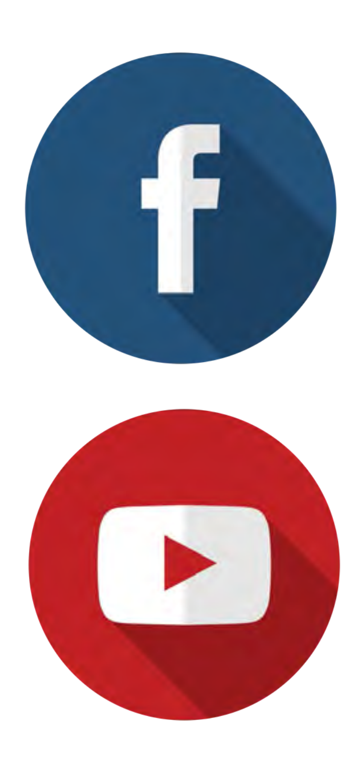
In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful







2. LES TRANSPORTS CYTOTIQUES

2.1.l'endocytose

2.1.1.la pinocytose

2.1.2 .la phagocytose

2.1.3. l'endocytose par récepteurs

2.1.3.1. endocytose par récepteurs dépendante de clathrine

pathologie

2.1.3.2. endocytose par récepteurs indépendante de Clathrine

2.2.l'exocytose

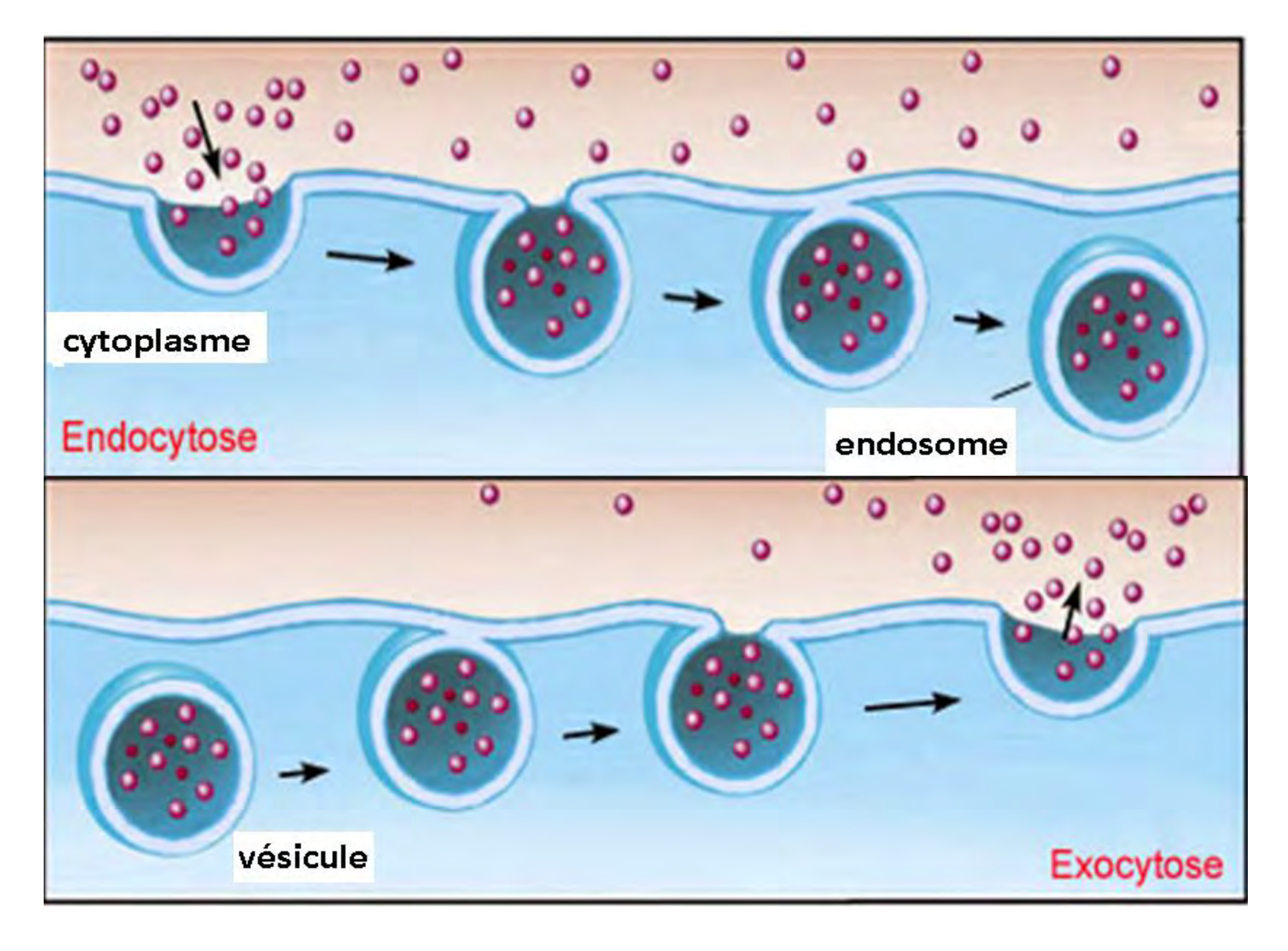
Objectif 7

Citer les caractéristiques des transports cytotiques

Caractéristiques des transports cytotiques

Déforment la membrane plasmique
Se déroulent à l'échelle cellulaire .
Utilisent le cytosquelette
Consomment de l'énergie
Emballage et transport des molécules dans des vacuoles ou vésicules (lisses/recouvertes) du système endomembranaire
Classés selon la direction de transport (endocytose et exocytose) visibles au microscope électronique
Concernent les molécules de poids moléculaire élevé (LDL ...) / particules de grande taille (virus ,bactérie , toxines .....)

Transports cytotiques



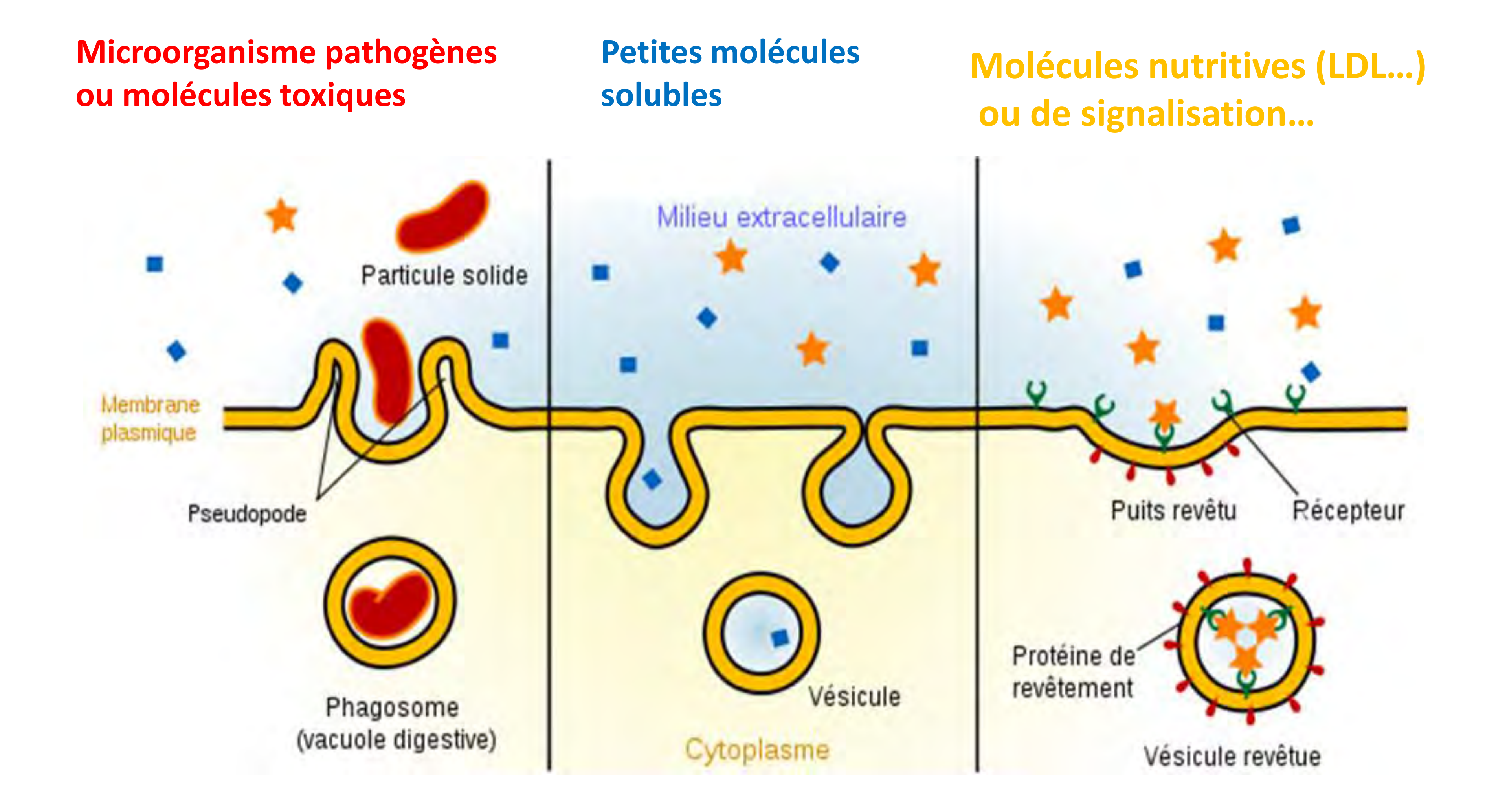
Emballage et transport des molécules dans des vésicules membranaires

L'endocytose et l'exocytose peuvent concerner des molécules ou complexes moléculaires de nature variable

Microorganisme pathogènes ou molécules toxiques

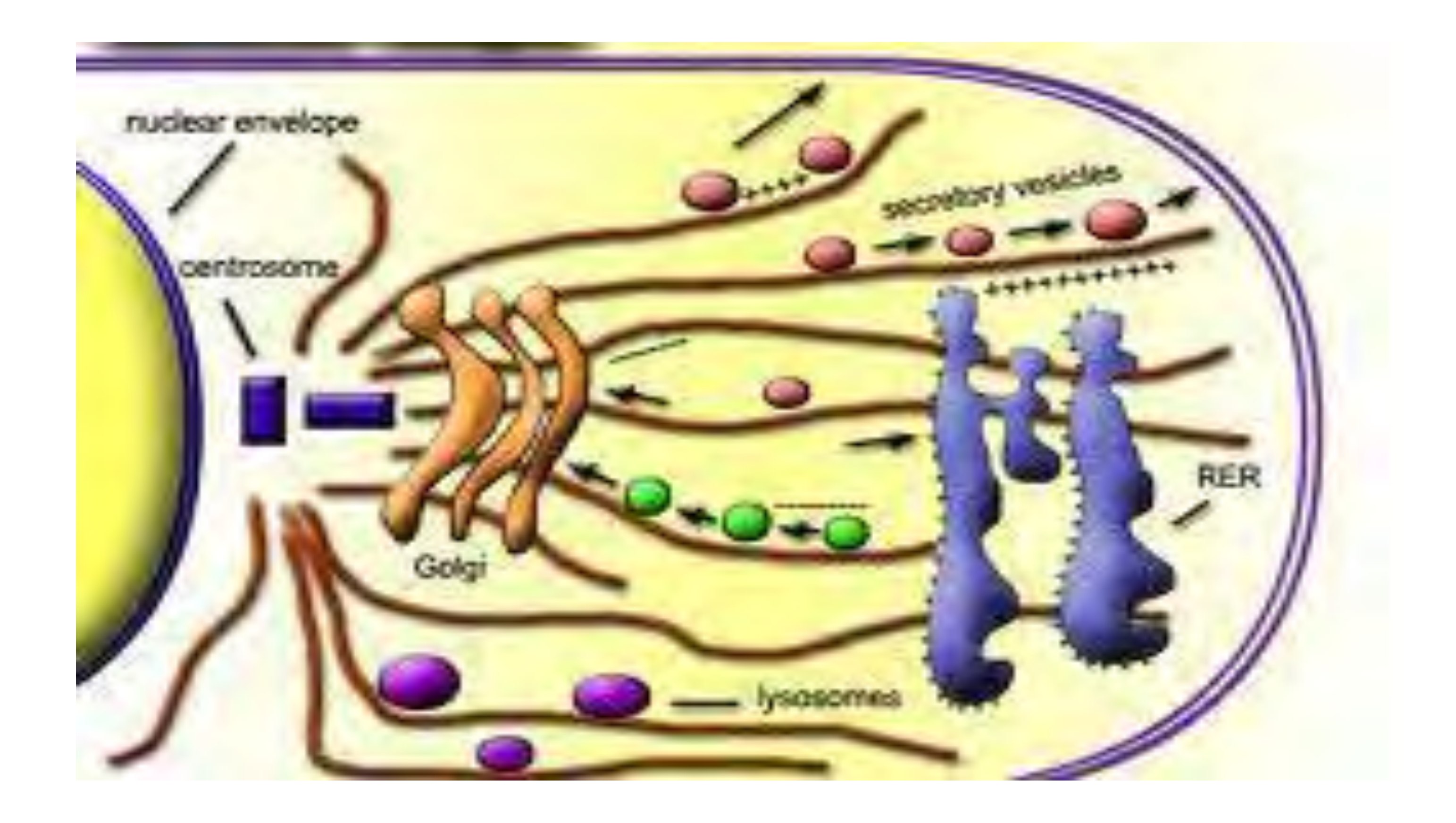
Petites molécules solubles

Molécules nutritives (LDL…) ou de signalisation…

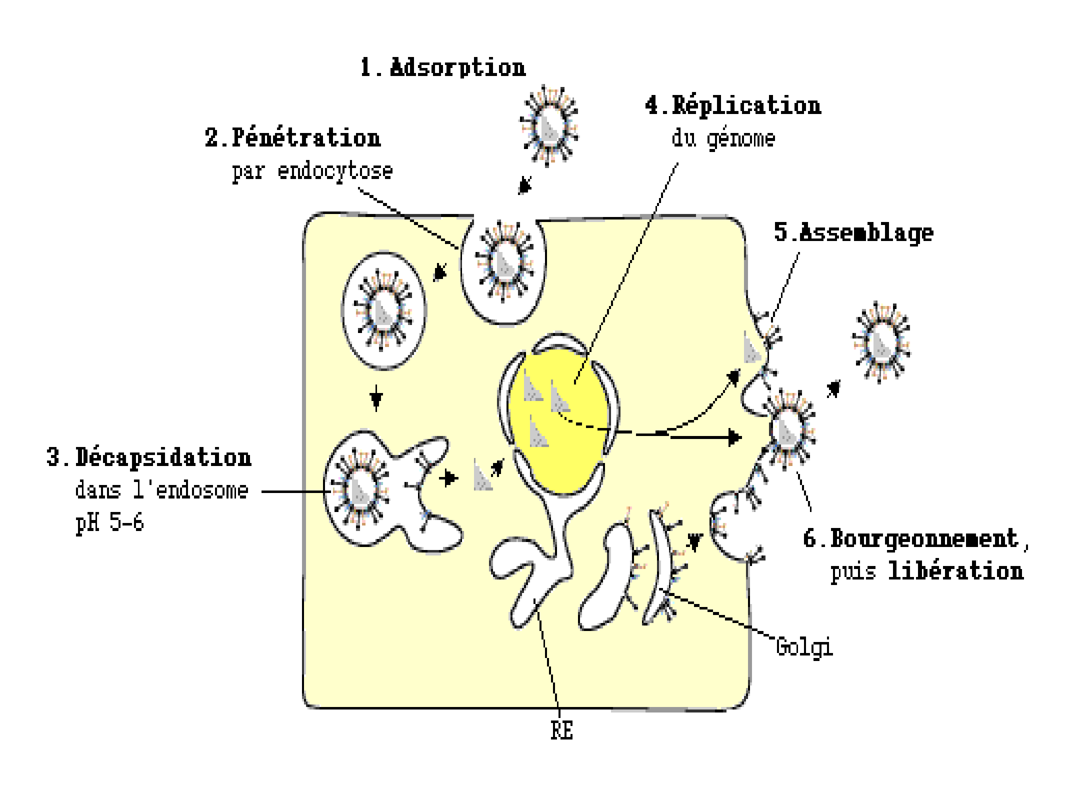


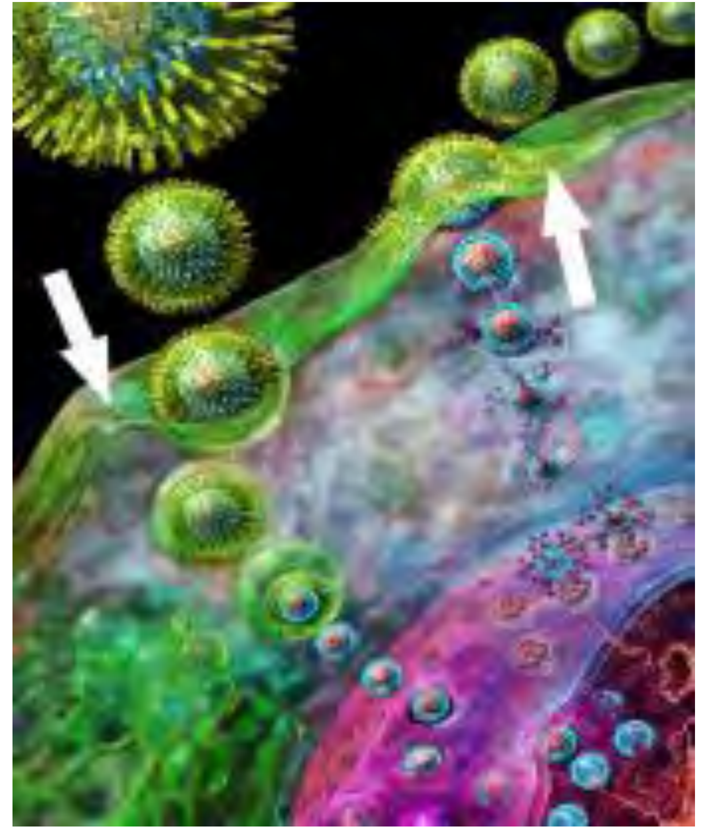
Intervention du cytosquelette dans les transports cytotiques

Les transports vésiculaires se déroulent à la surface des éléments du cytosquelette (microtubules et microfilaments)



L'endocytose et l'exocytose peuvent concerner des molécules infectieuses ou des particules virales

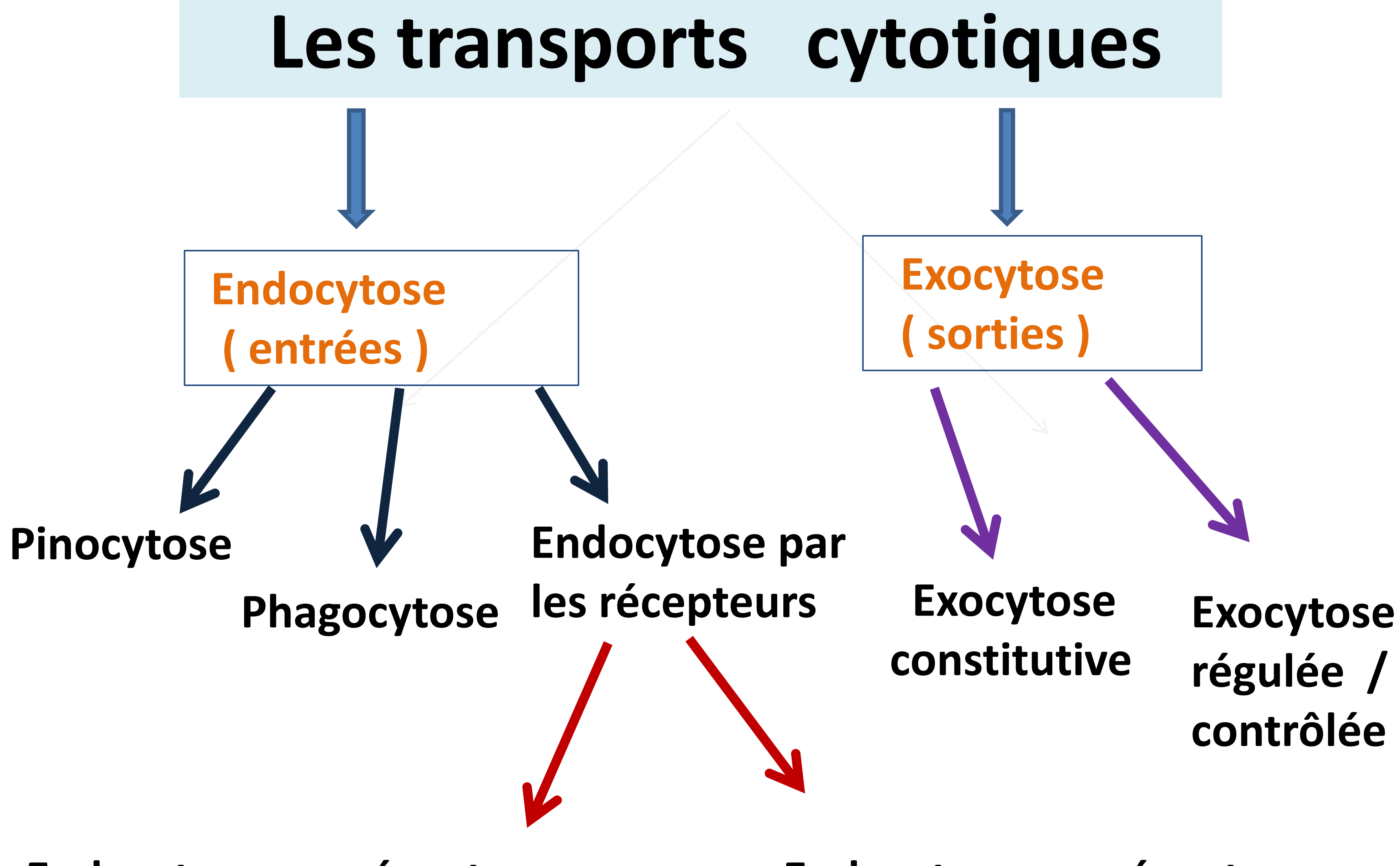




Endocytose et libération par exocytose d'un Herpes virus

Objectif 8

Identifier leurs variétés et décrire leurs mécanismes respectifs.

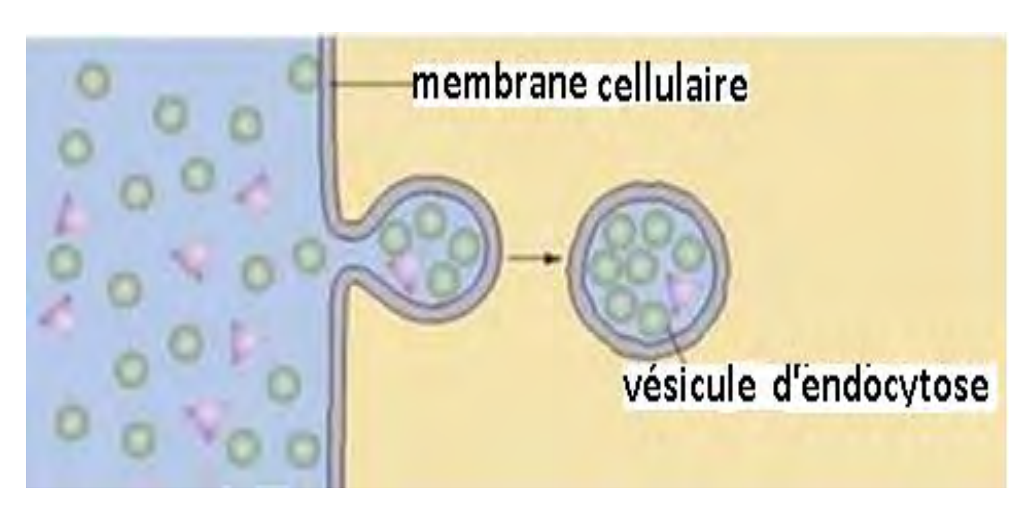


Endocytose par récepteurs dépendante de clathrine

Endocytose par récepteurs indépendante de clathrine

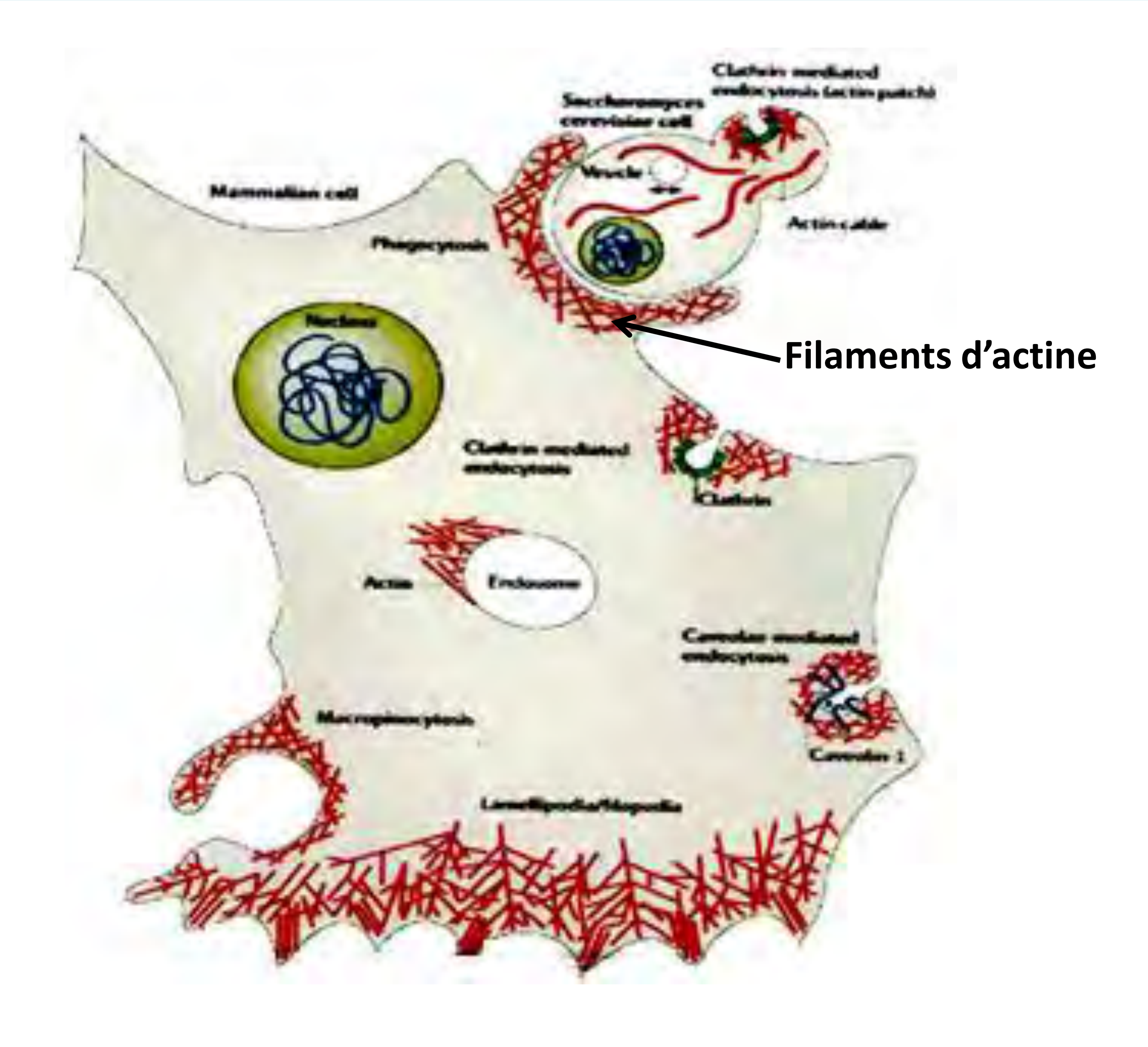
Définition de l'endocytose

C'est le phénomène par lequel la cellule retient une fraction du volume extracellulaire à l'intérieur d'un compartiment membranaire intracellulaire





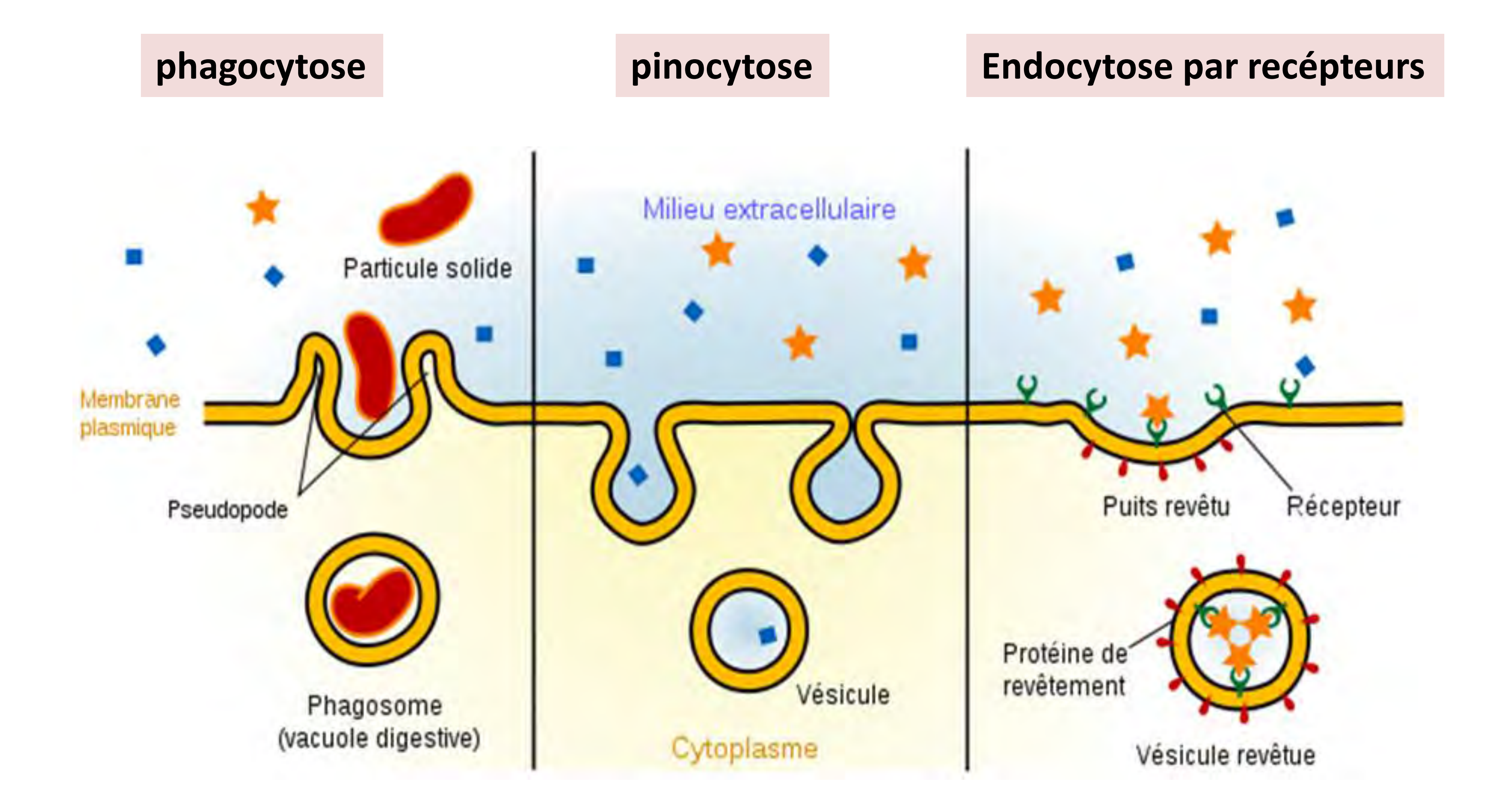
Intervention des filaments d'actine dans l'endocytose



Critères de classification des endocytoses

- **Volume endocyté**
- **Présence ou non d'un revêtement protéique sur la face cytosolique des vésicules endocytées**
- **Nature des éléments internalisés**

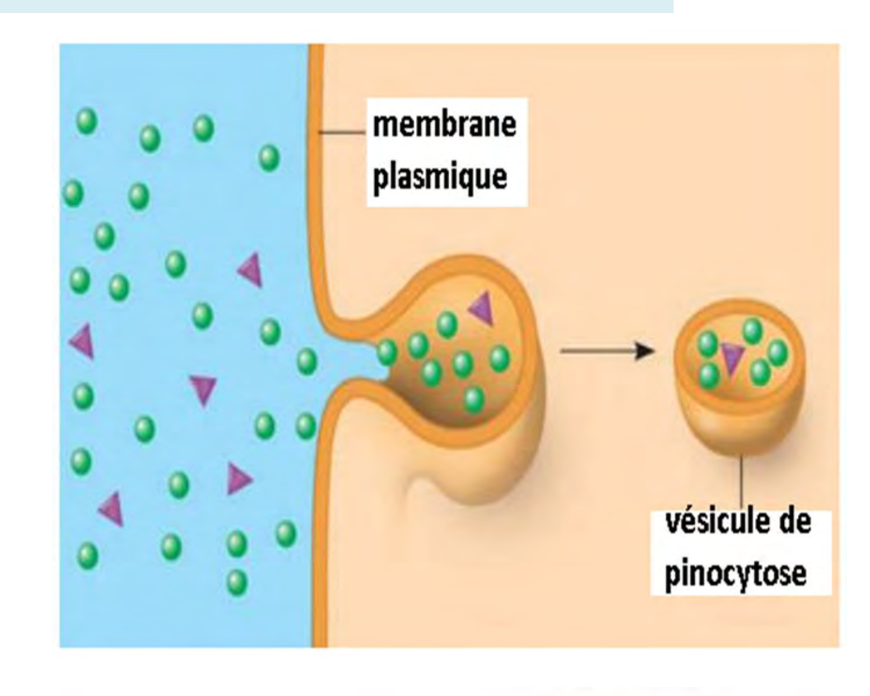
Les trois modalités des endocytoses

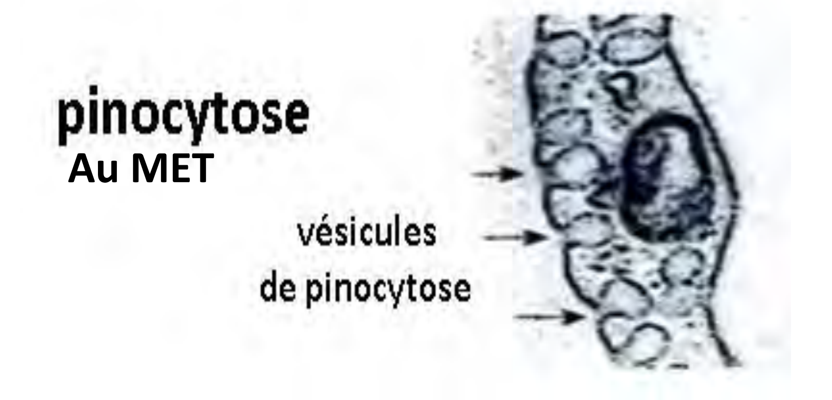


La pinocytose

La pinocytose (transport non spécifique)

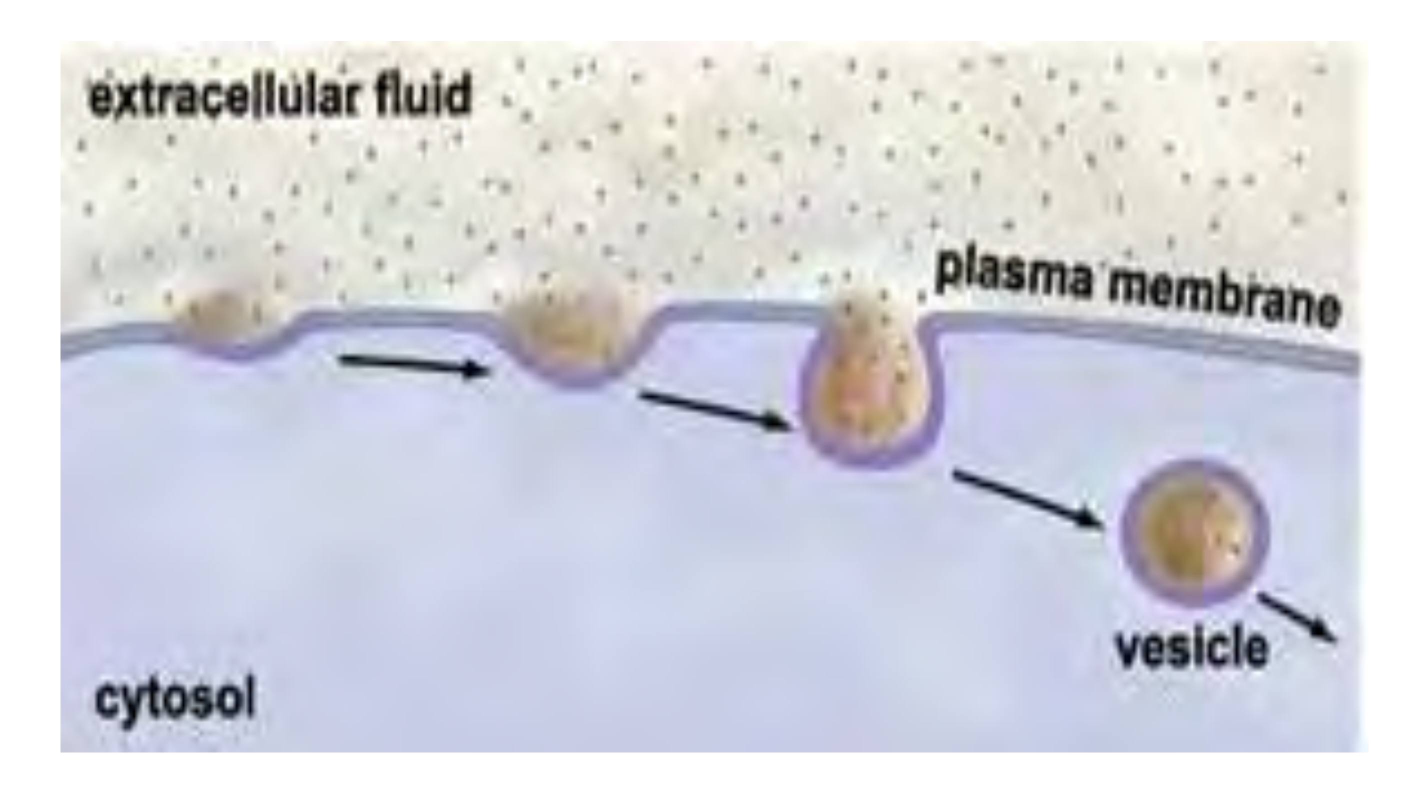
C'est l'entrée à partir du milieu extracellulaire de petites molécules en solution dans des vésicules d'un diamètre de 100 nm





Etapes de la pinocytose

C'est un processus permanent , compensé par l'exocytose

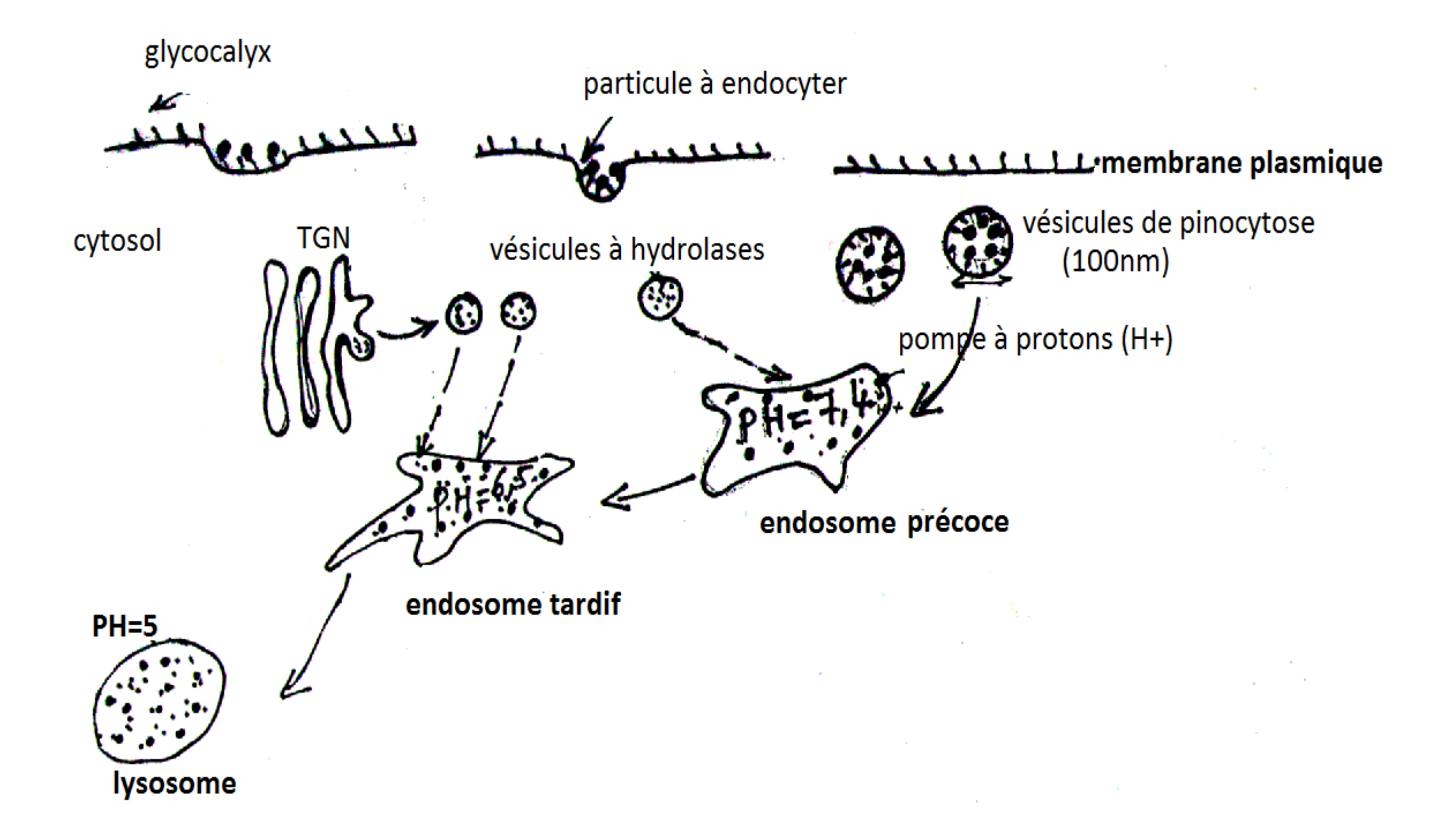


BUT : la nutrition (par de l'eau et molécules solubles) de la cellule

Etapes de la pinocytose

(schéma 18 page 59 du fascicule)

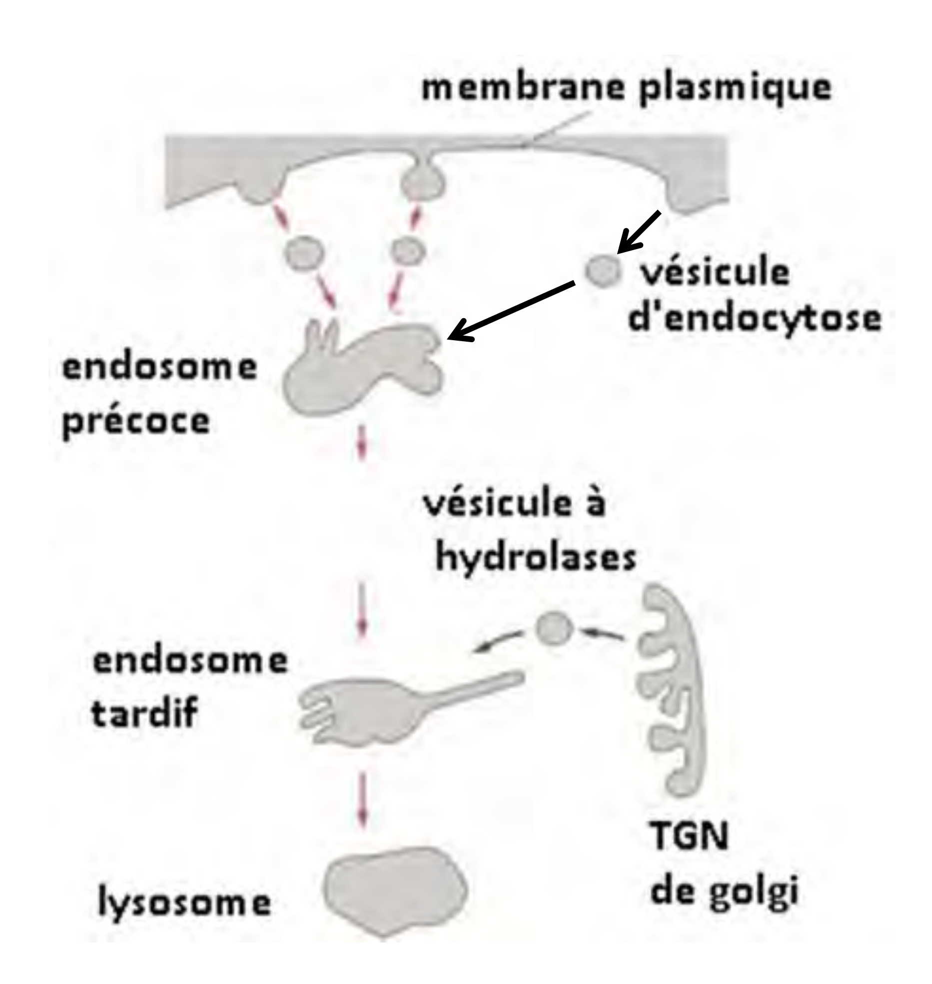
1. **piégeage et invagination de la membrane plasmique**
2. **pincement des bords de la mb**
3. **formation d'une vésicule lisse (100 nm Ø)**
4. **fusion à l'endosome précoce.**



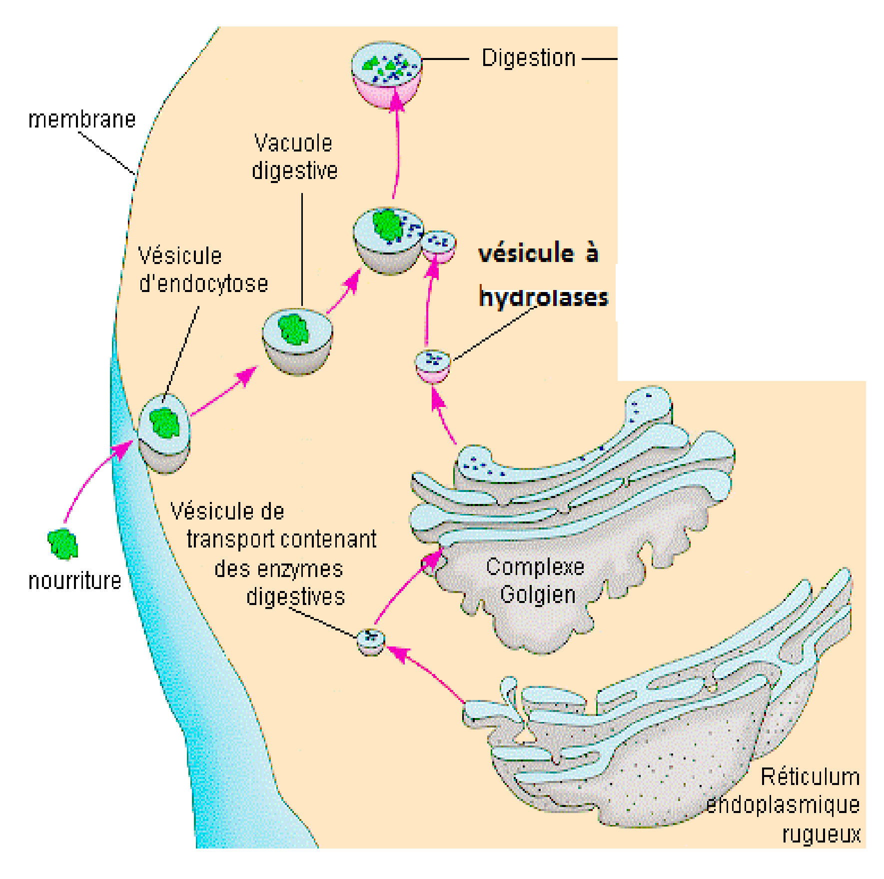
le compartiment endosomal

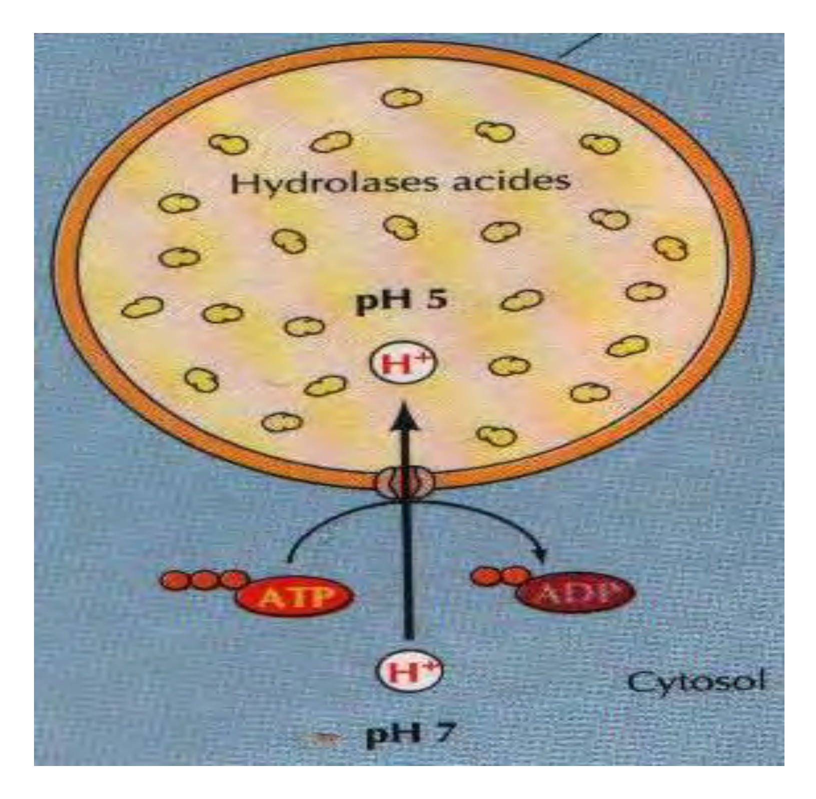
C'est un compartiment membranaire pourvu de prolongements tubulaires et localisé à proximité du SEM.

C'est un territoire ou fusionne l'ensemble des vésicules d'endocytose et vésicules à hydrolases. Dans ce compartiment, il peut y avoir une hydrolyse des molécules endocytées.



La vésicule à hydrolases

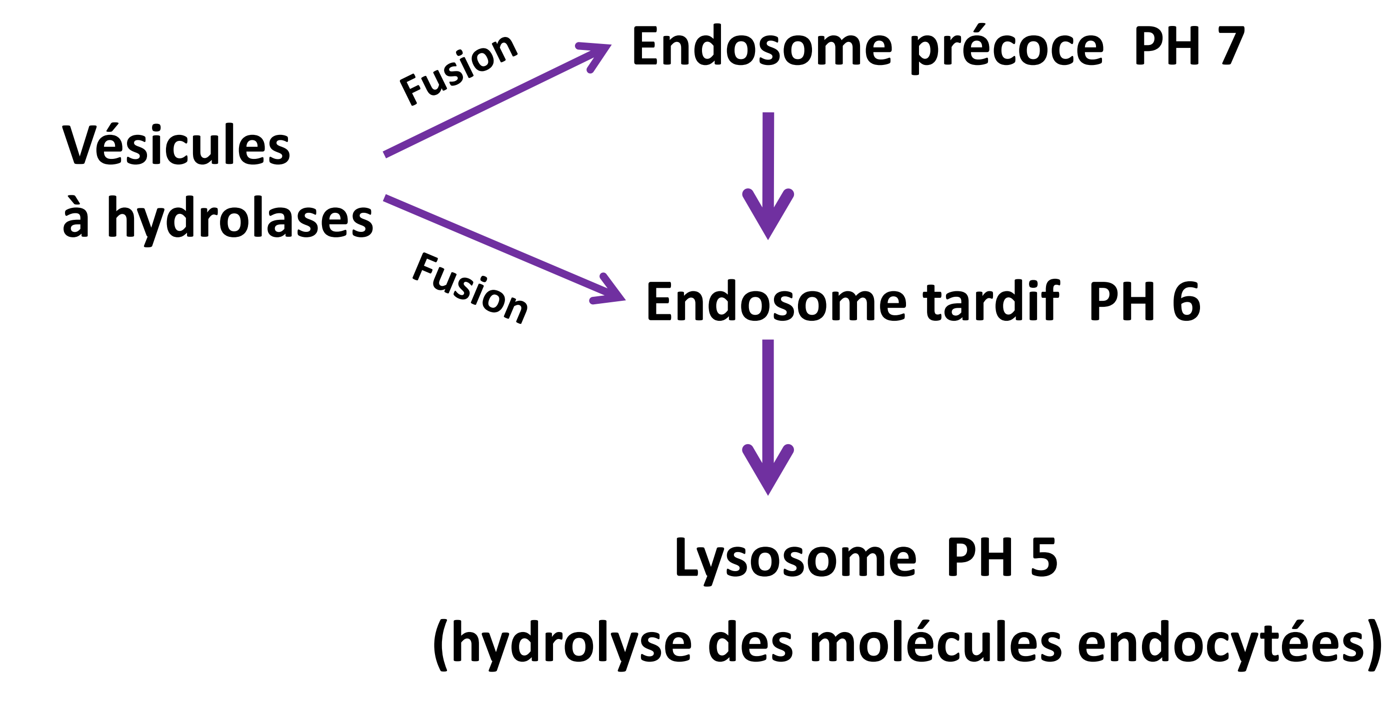




Elle est produite par l'appareil de Golgi (TGN) et forme le lysosome par fusionnement avec l'endosome

C'est une vésicule membranaire riche en hydrolases acides (enzymes digestives).

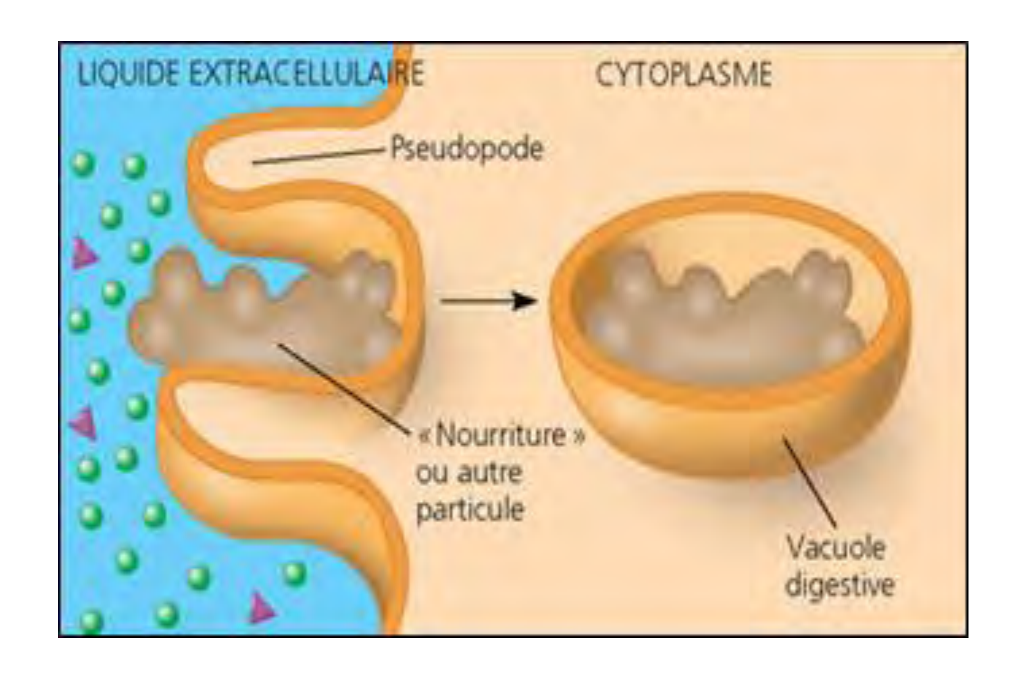
Devenir de l'endosome



(hydrolyse des molécules endocytées)

La phagocytose

La phagocytose



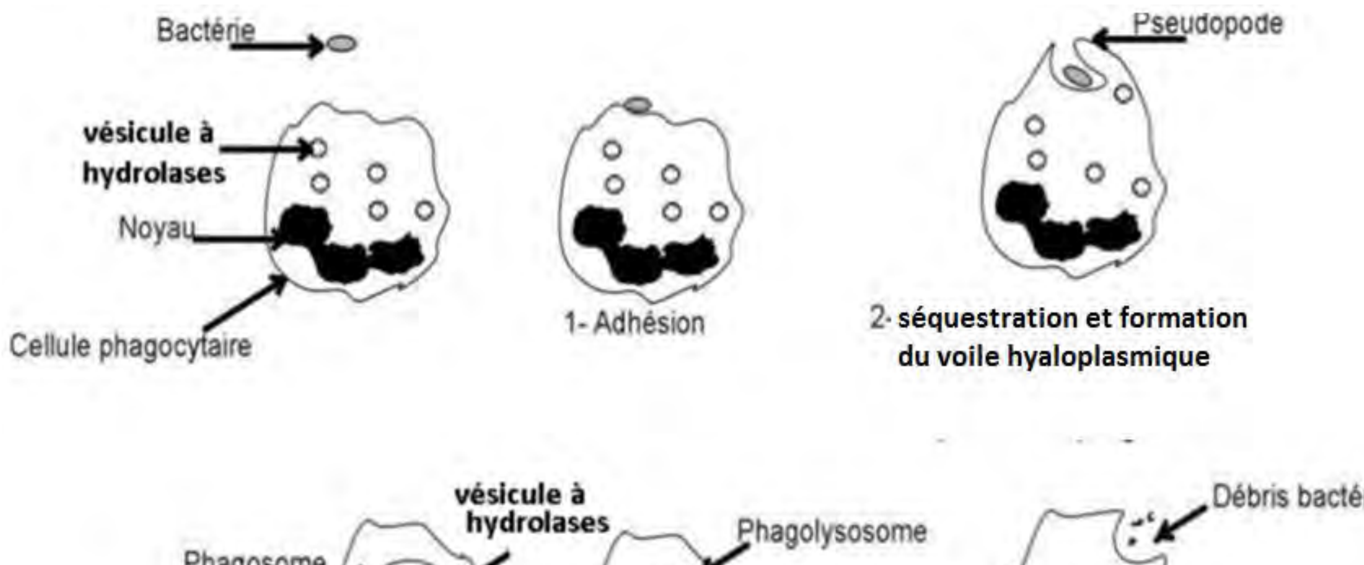
- ❖ C'est l'ingestion de grosses particules solides, microorganismes et cellules mortes dans des vacuoles d'un diamètre supérieur à 250nm appelées phagosomes.

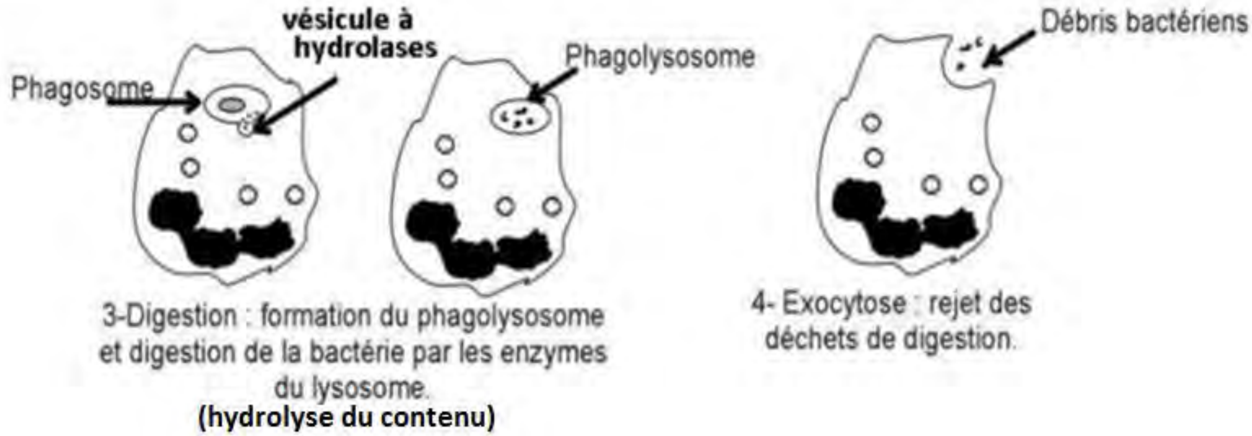
- ❖ il est effectué par des cellules spécialisées appelées phagocytes représentés par les macrophages, neutrophiles et certains leucocytes.

Les facteurs pouvant déclencher la phagocytose

- **Région Fc des anticorps**
- **Oligosaccharides de la surface des microorganismes**
- **Composants du complément**
- **Signal apoptotique**

Etapes de la phagocytose





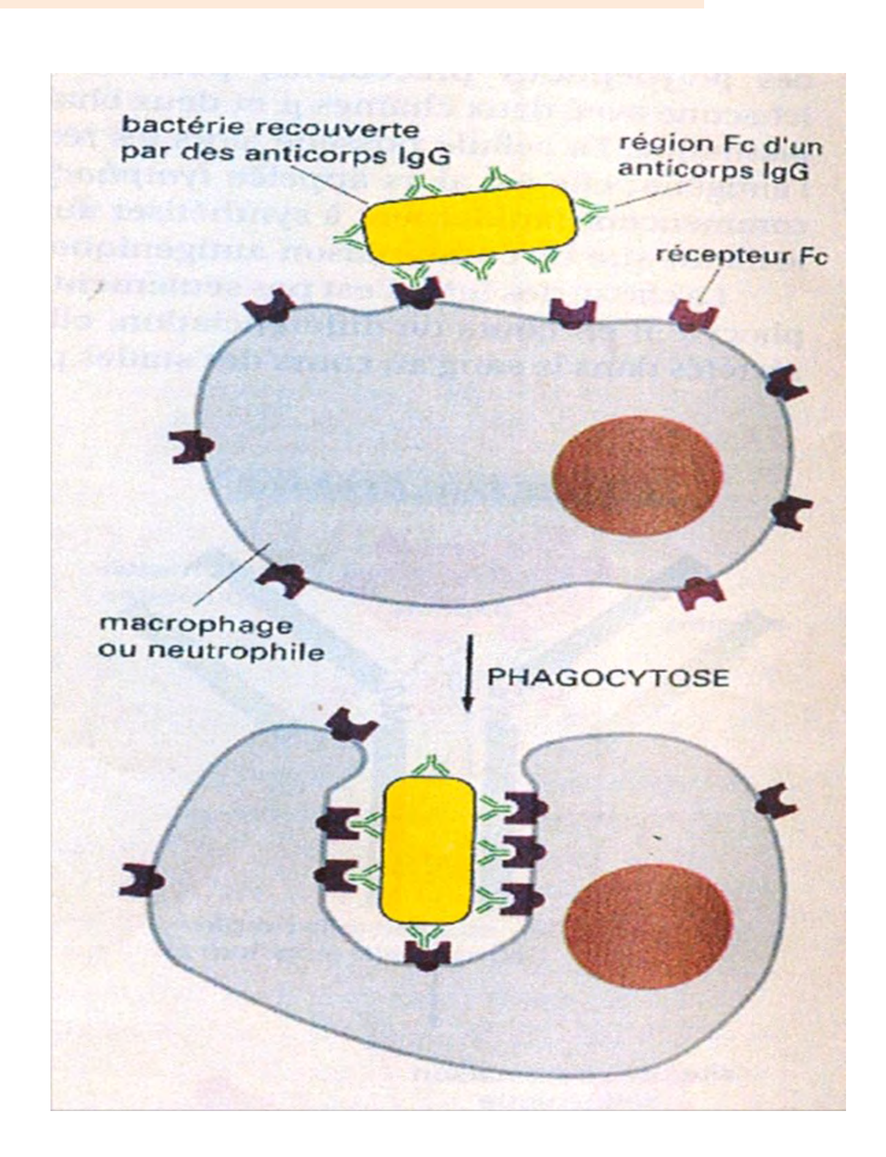
BUT : **Défense contre les microorganismes et élimination des cellules mortes**

Mécanisme moléculaire d'initiation de la phagocytose

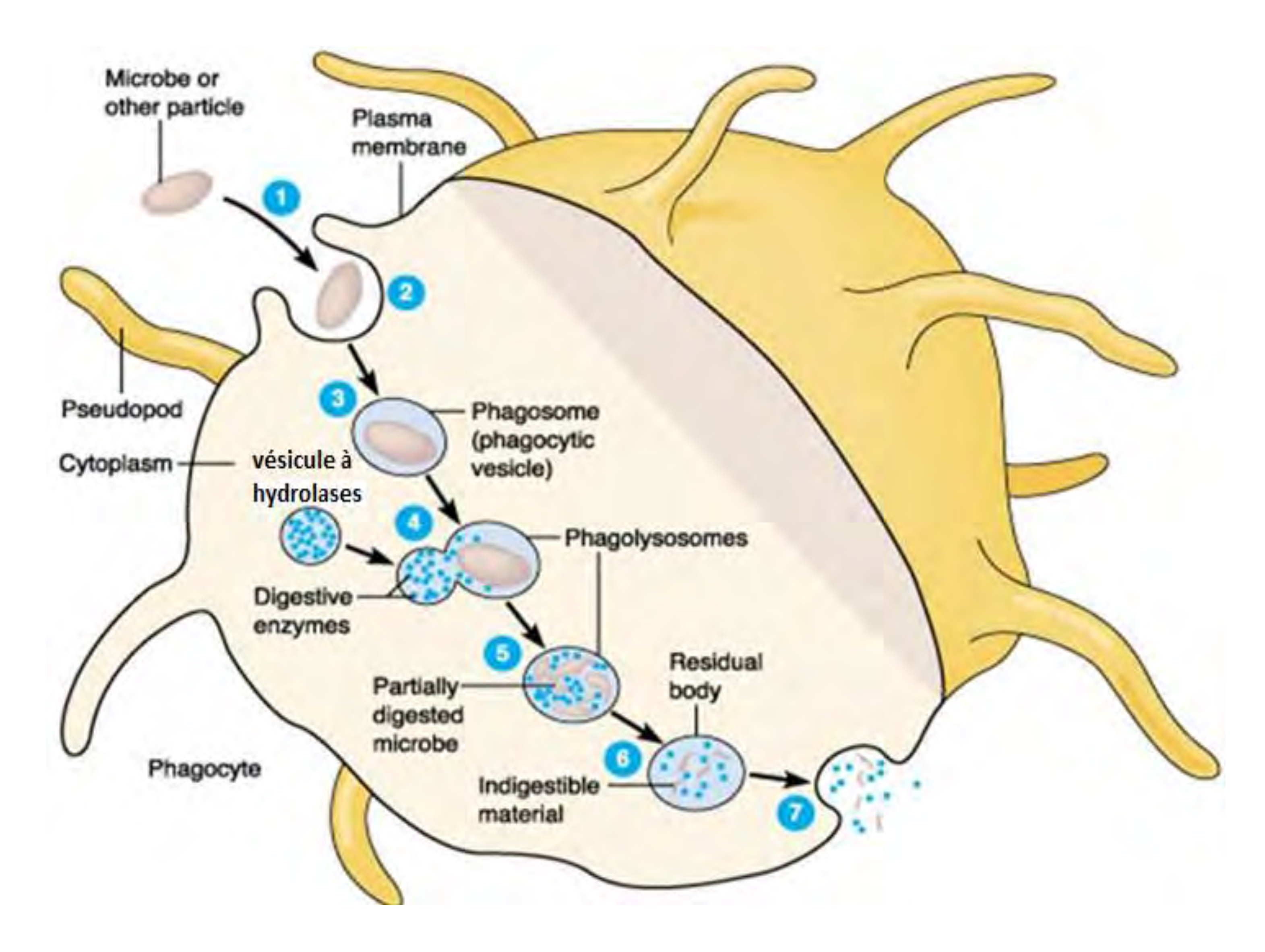
- Fixation de l'anticorps (type IgG) par sa région Fab à une protéine membranaire bactérienne .

- Interaction du segment Fc au récepteur membranaire du macrophage

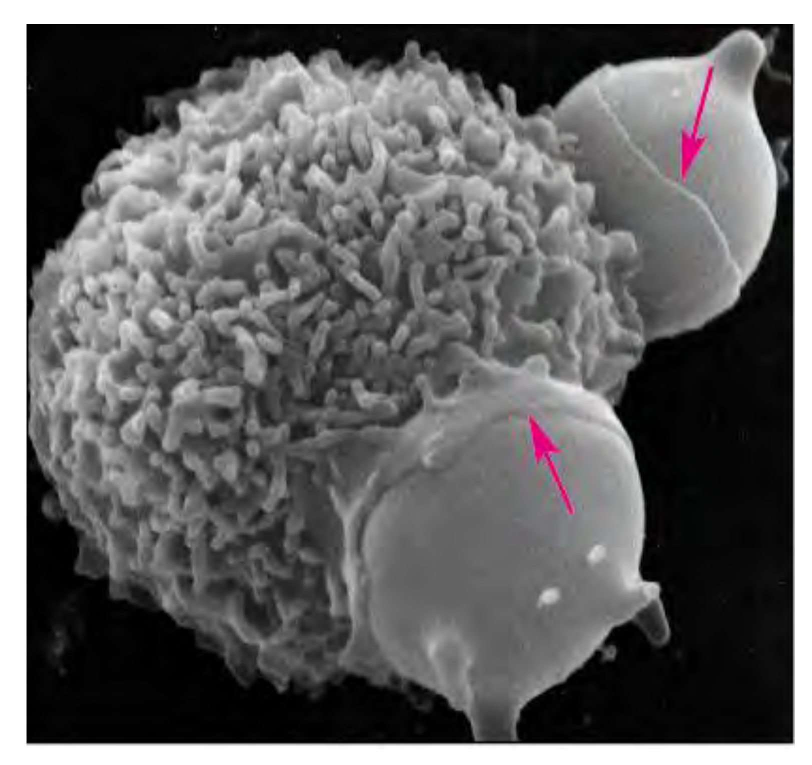
- Activation de la phagocytose et endocytose du complexe bactérie – AC



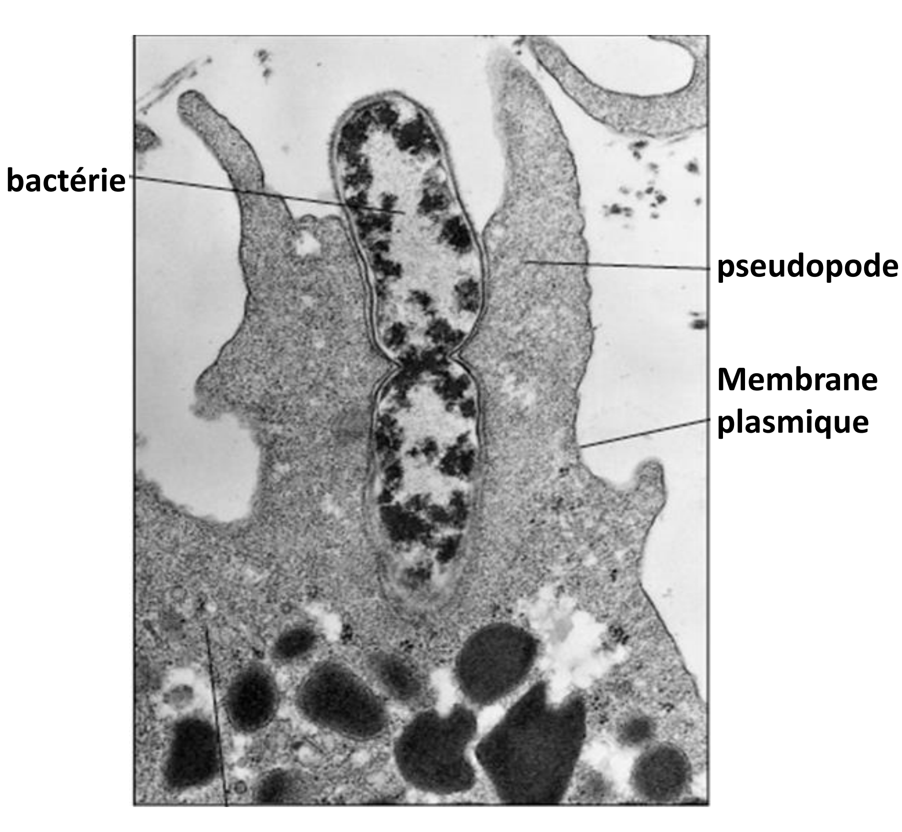
Devenir des produits phagocytés



Micrographies électroniques

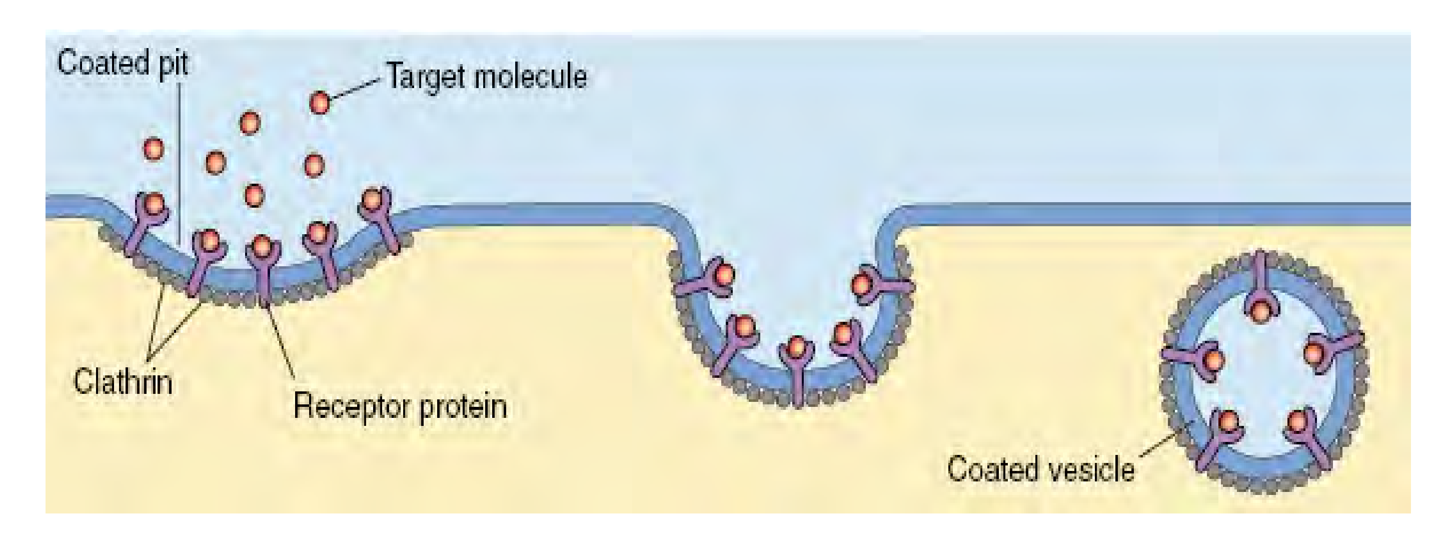


Phagocytose par un macrophage de deux cellules sanguines



Phagocytose de bactéries par un neutrophile

L'endocytose par récepteurs



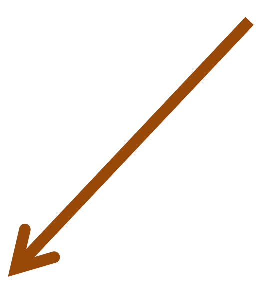
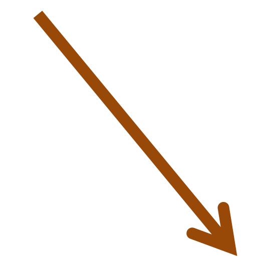
1- Se produit au niveau de régions spécifiques de la membrane plasmique comportant des récepteurs

2- concerne les macromolécules spécifiques présentes en faibles quantités dans le liquide extracellulaire et nécessaire pour la cellule

3- utilise un revêtement protéique /manteau vésiculaire de type: clathrine (symbole: X) ou cavéoline (symbole: Λ)

4- ce revêtement est situé dans des régions spécifiques de la membrane nommés puits recouverts

Endocytose par les récepteurs

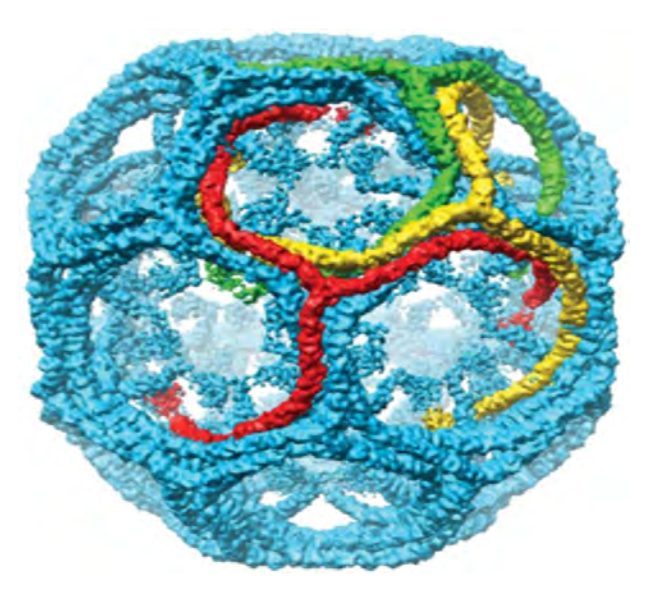



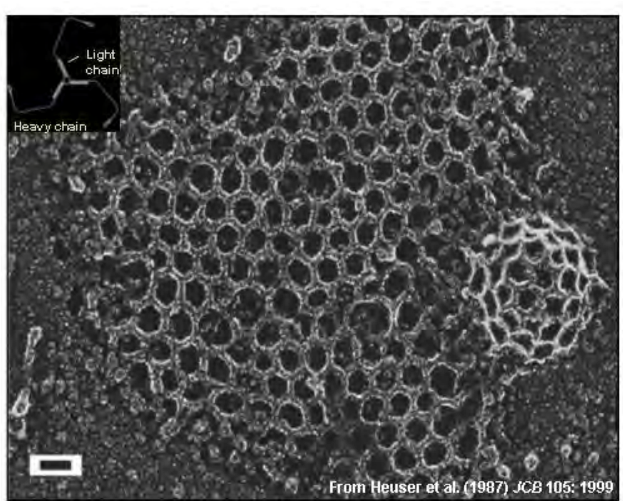
endocytose par récepteurs dépendante de clathrine

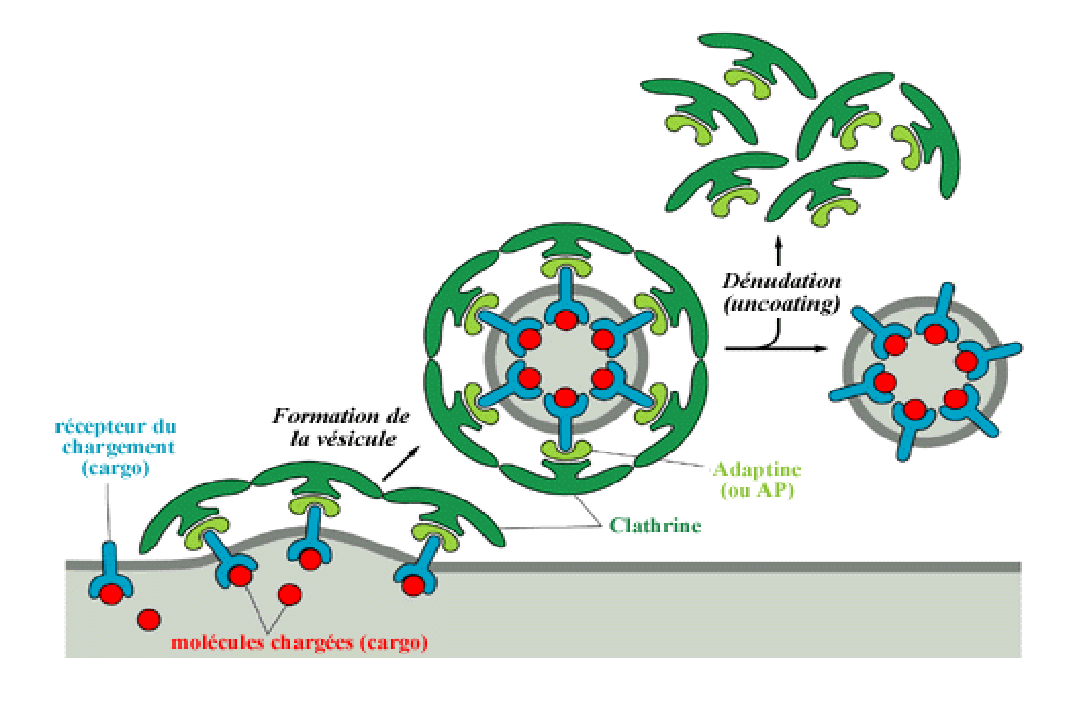
endocytose par récepteurs dépendante de cavéoline

Endocytose par les récepteurs dépendante de clathrine

Structure et disposition de la clathrine sur la membrane



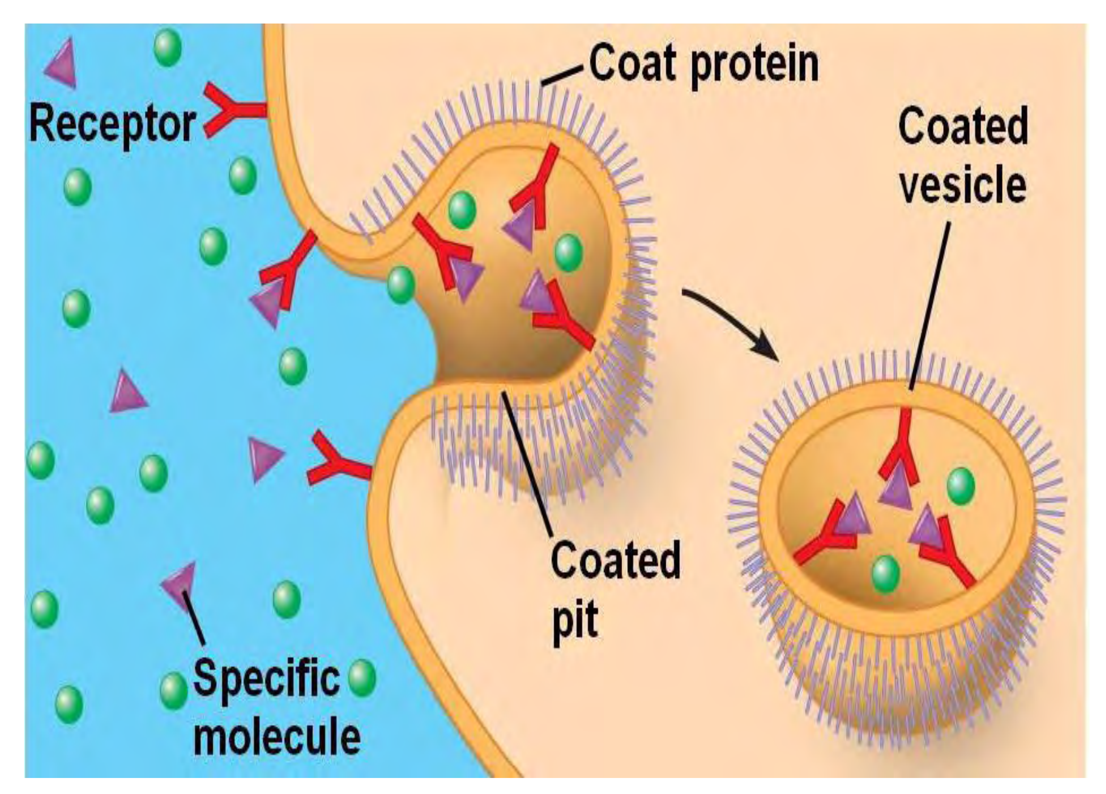




La clathrine est un complexe protéique formant une structure en étoile à 3 branches appelée triskélion

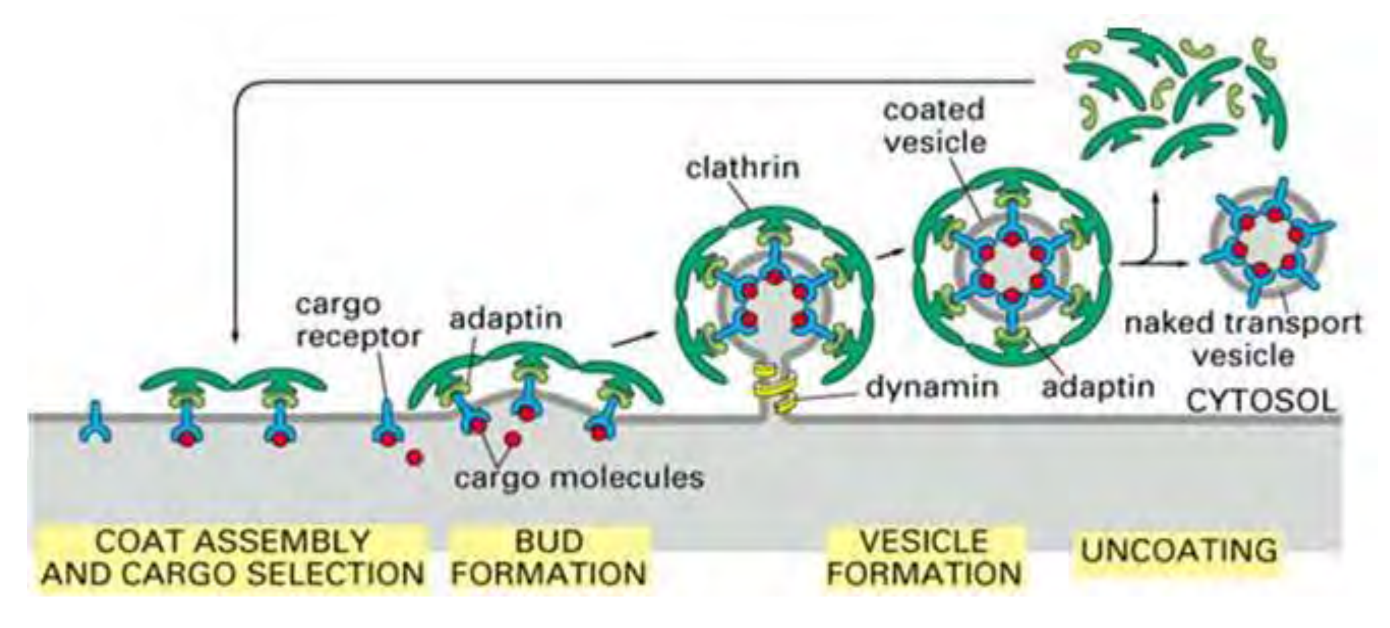
Les triskèlions s'assemblent pour former un revêtement recouvrant des puits sur la face cytoplasmique de la membrane

Notion d'internalisation



les complexes récepteur - ligand présents sur la face extracellulaire de la membrane passent à la face luminale de la vésicule.

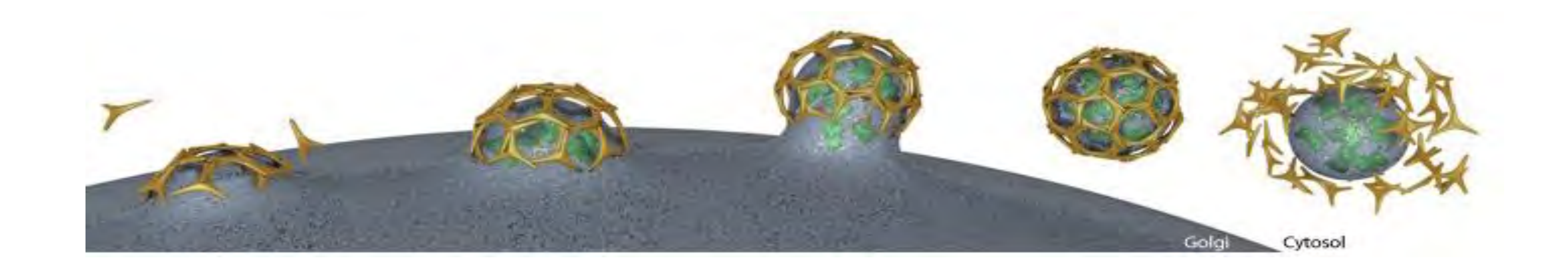
Mise en place des puits recouverts et formation de vésicules à clathrine



1- Mise en place du puits recouvert et interaction Ligand-récepteur

2- Invagination de la membrane plasmique et détachement de la vésicule par intervention de la dynamine

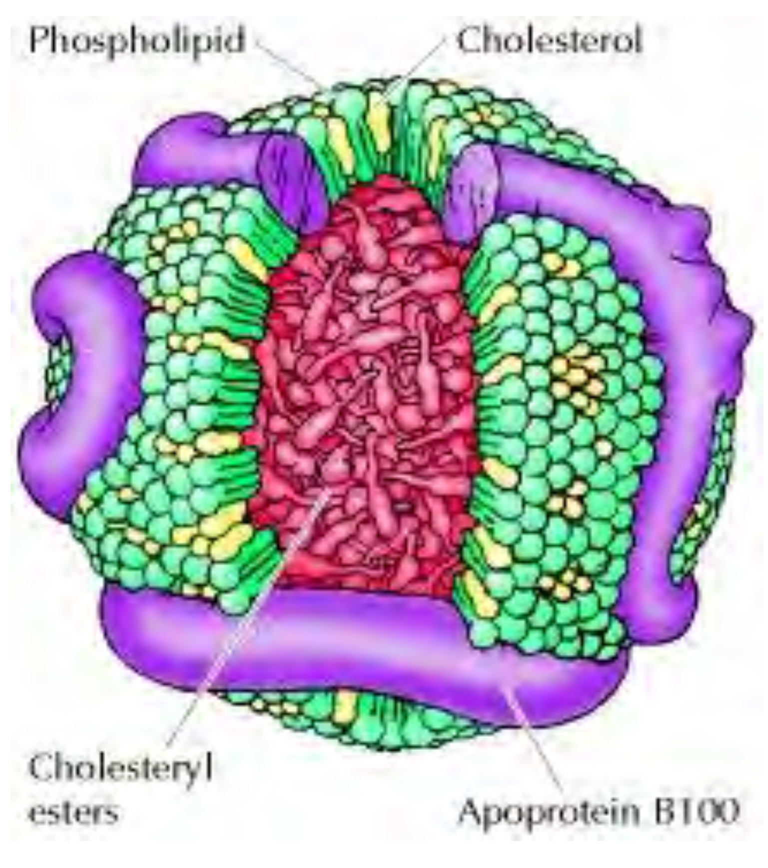
3- Fermeture de la vésicule par intervention du cytosquelette (MF d'actine)



Micrographies (MET) illustrant les étapes de formation des vésicules recouvertes

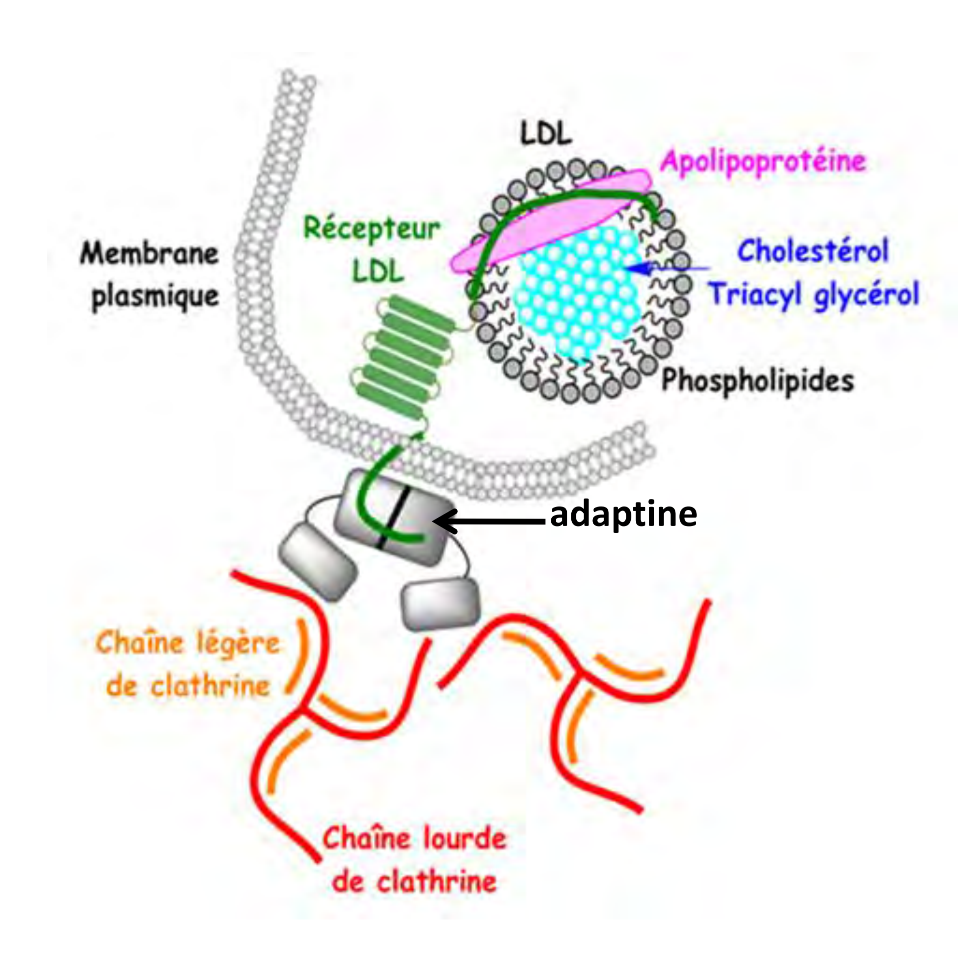
Le transport du cholestérol en forme de LDL vers les différents types cellulaires

Composition moléculaire de la particule d'LDL



- **Particule lipoprotéique de basse densité**
- **Elle renferme :**
  - **1500 molécules d'esters de cholestérol**
  - **800 molécules de phospholipides**
  - **500 molécules de cholestérol**
  - **ApoB reconnue par son récepteur spécifique**

Le récepteur-LDL interagit dans son domaine extracellulaire avec la protéine apoB et dans son domaine cytosolique aux molécules de clathrine par l'intermédiaire de l'adaptine



Les étapes de l'endocytose des LDL

- **Fixation des LDL à leurs récepteurs membranaires déjà préparés au niveau des puits recouverts de clathrine**

- **Isolement d'une vésicule recouverte de clathrine.**

- **Transport cytosolique ; perte du revêtement de clathrine et fusion à l'endosome.**

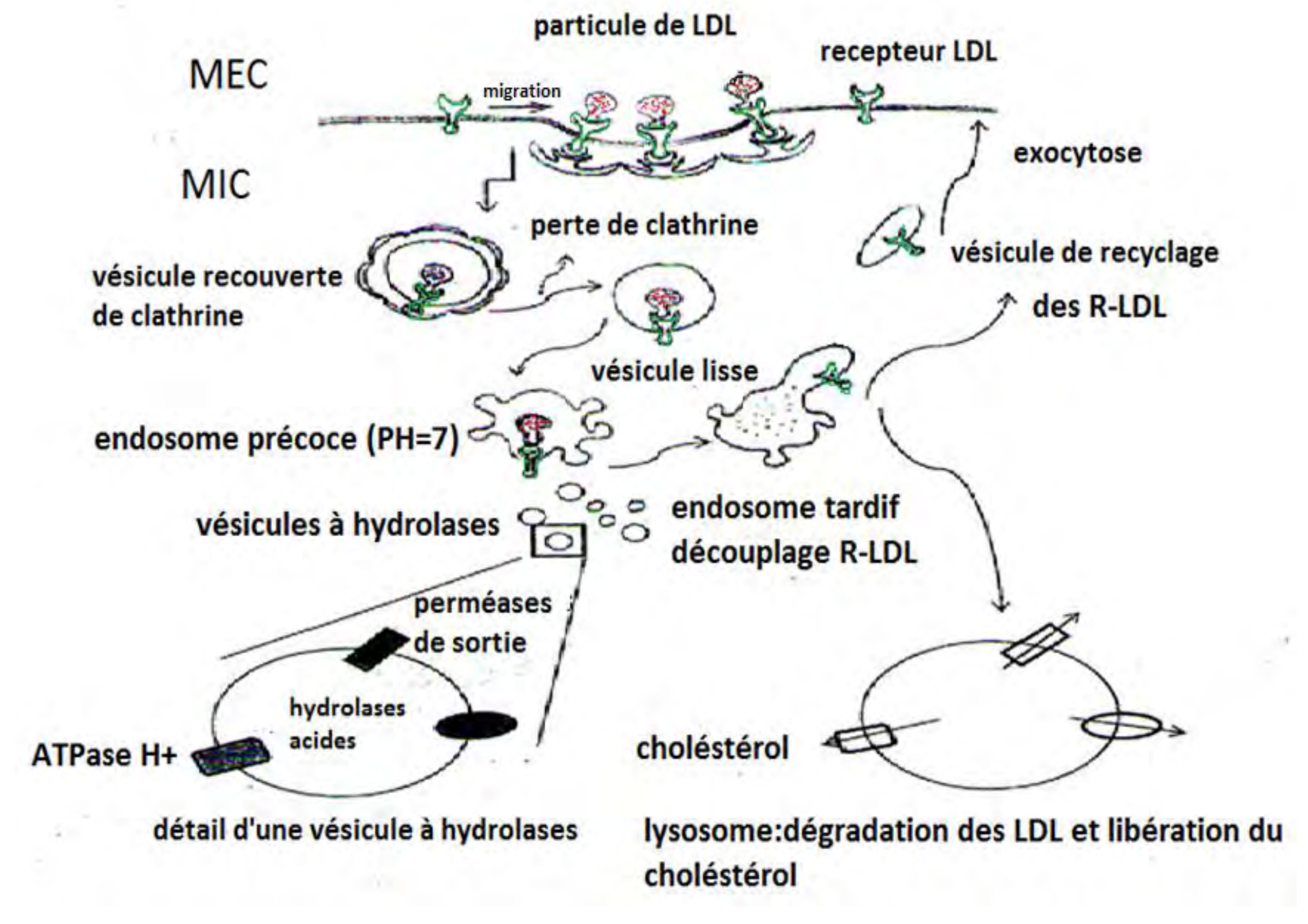
- **Dissociation du complexe ligand – récepteur par acidification du milieu endosomal grâce à un apport continu de vésicules à hydrolases**

- **Recyclage des récepteurs par les compartiments tubulaires**

- **Dégradation des LDL sous l'effet des hydrolases dans les lysosomes**

- **Sortie des éléments élémentaires vers le cytosol et leur réutilisation par la cellule.**

Mécanisme d'internalisation des particules de LDL dans les cellules (voie de nutrition)



BUT : Apport de cholestérol aux cellules nécessaire pour la synthèse et renouvellement des biomembranes

2. les transports cytotiques

2.1 .l'endocytose

2.1.1.la pinocytose

2.1.2 .la phagocytose

2.1.3. l'endocytose par récepteurs

2.1.3.1. endocytose par récepteurs dépendante de clathrine

Pathologie

2.1.3.2. endocytose par récepteurs indépendante de Clathrine

2.1.l'exocytose

Cas pathologiques liés aux récepteurs des LDL

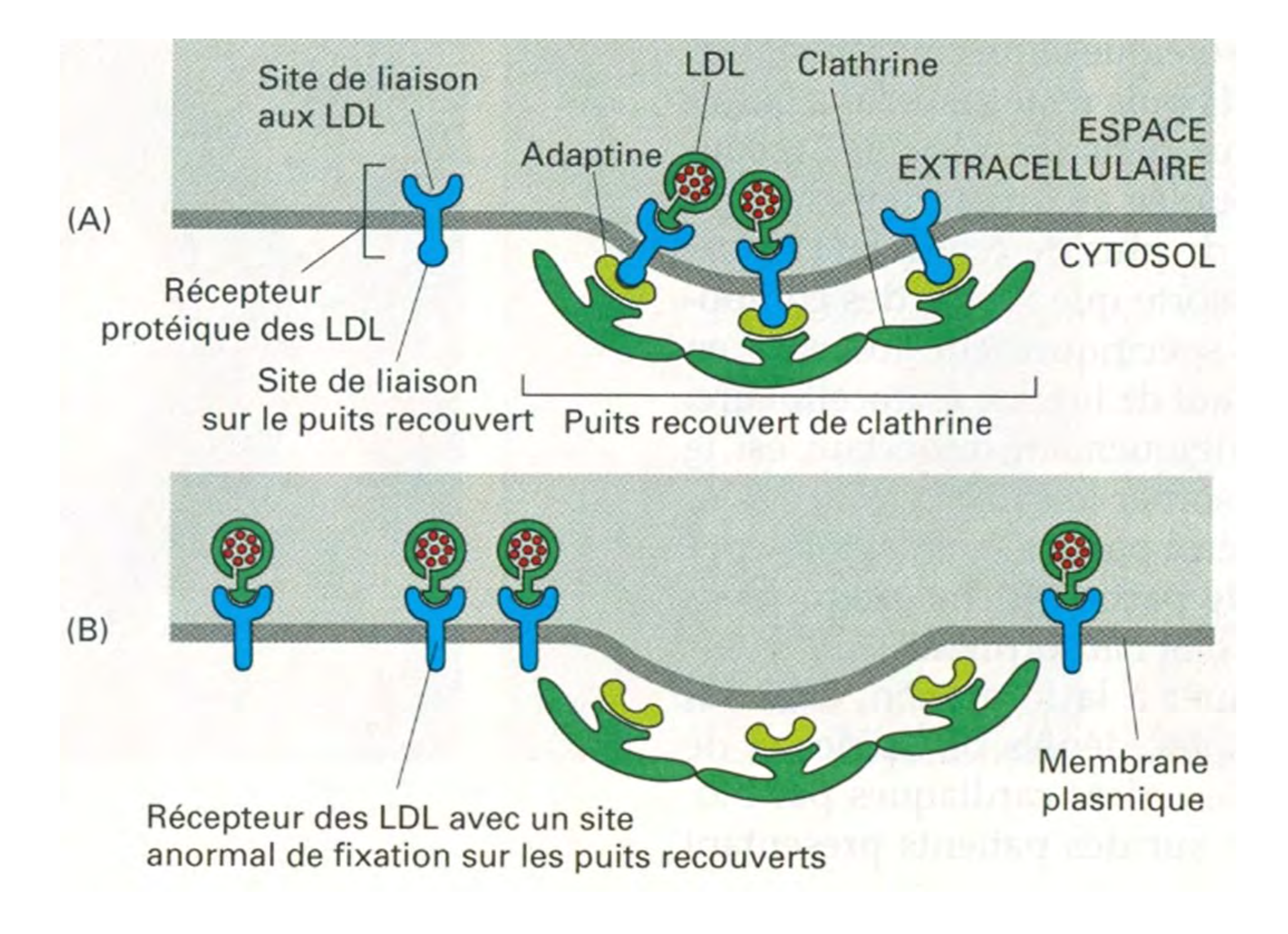
l'hypercholestérolémie familiale

Elle est due à 2 types de mutations congénitales:

- absence de récepteurs aux LDL → les molécules d'LDL ne se fixent pas.

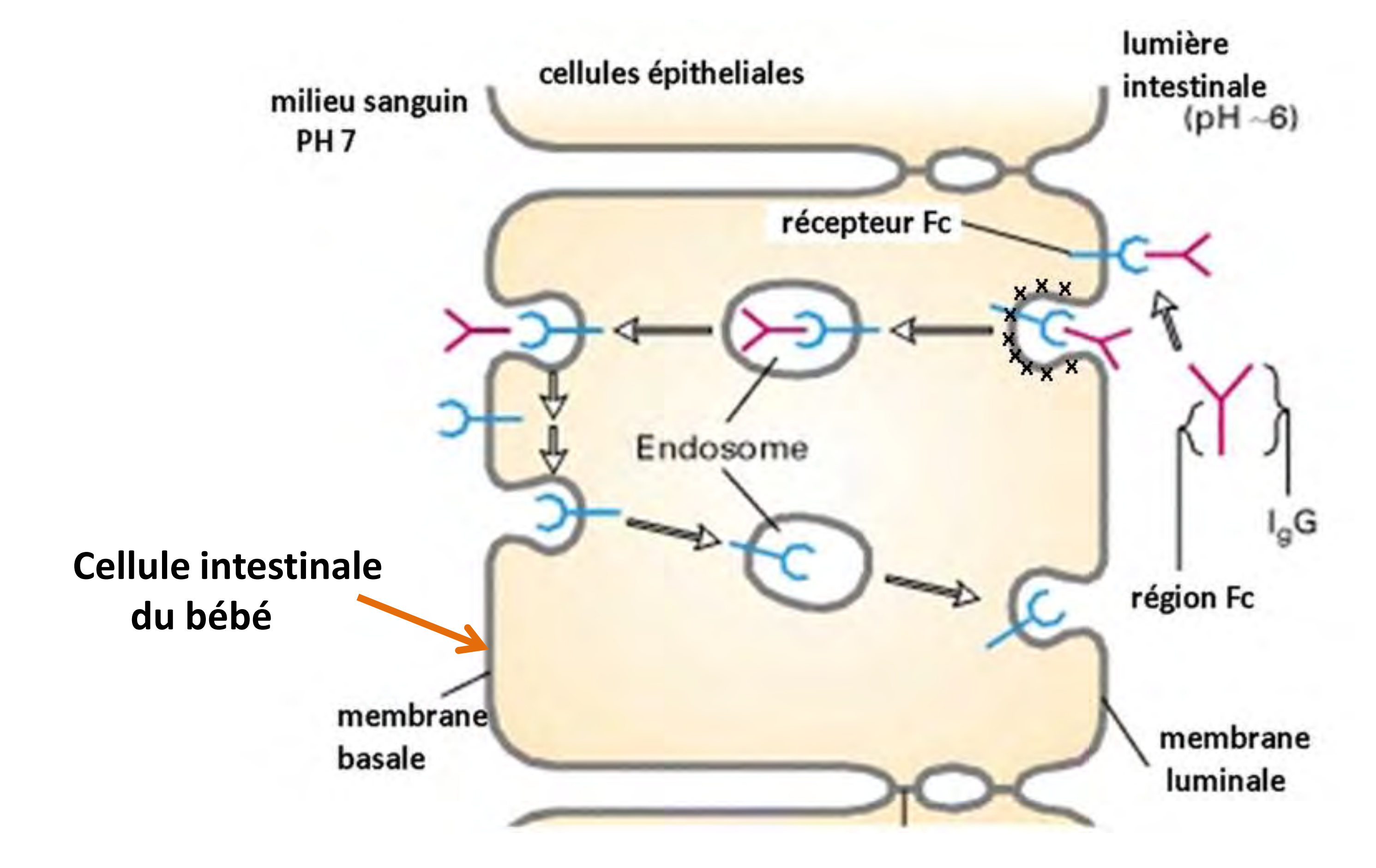
- les récepteurs aux LDL existent mais mutés (la mutation a modifiée leur configuration) → ces récepteurs ne se rassemblent pas en puits recouverts .

Modifications des récepteurs LDL



Transport des anticorps de la mère vers son bébé durant la lactation

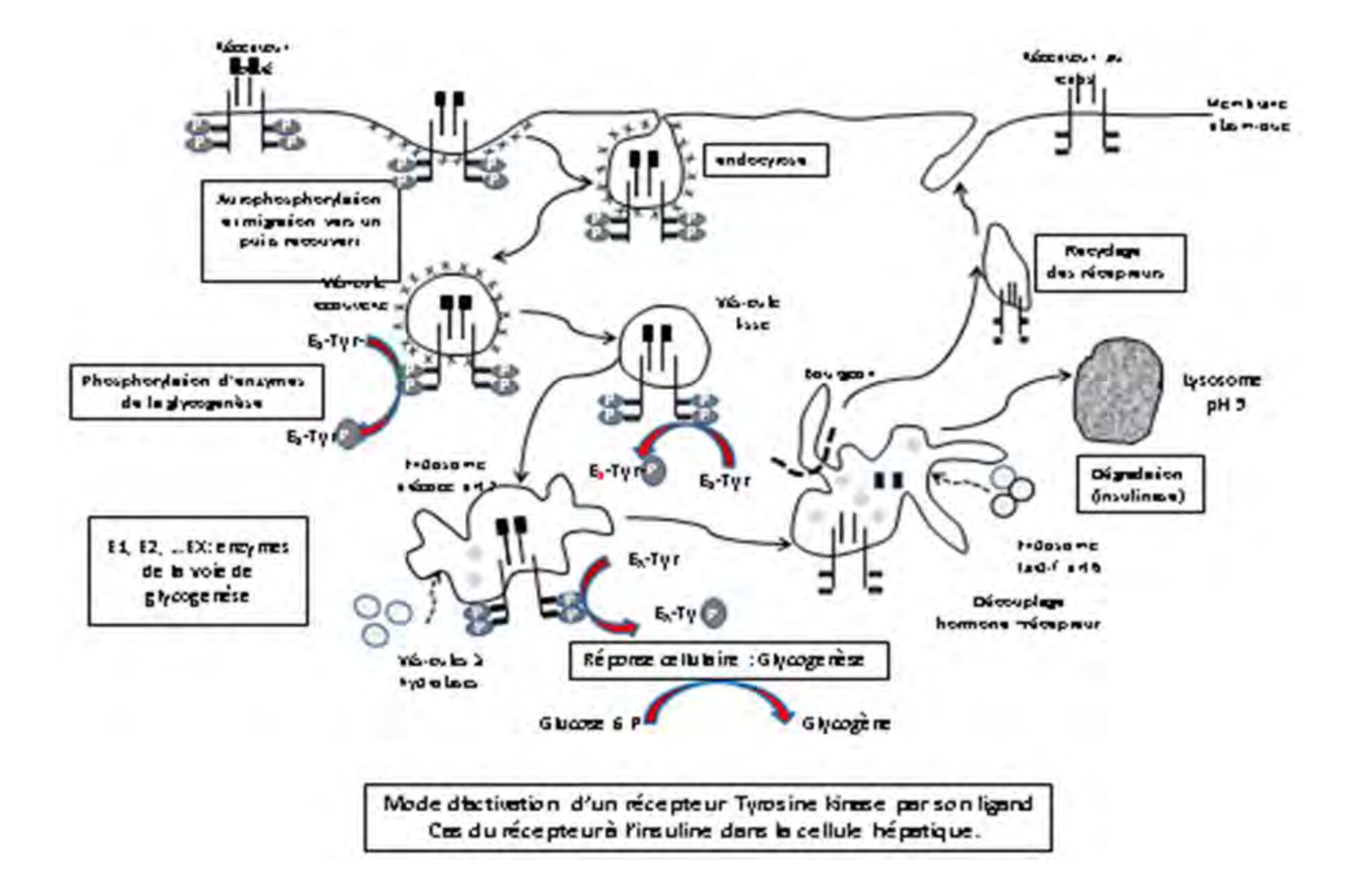
Transport des anticorps maternels vers le bébé au cours de la lactation



BUT : Les anticorps IgG sont transportés de la mère vers son bébé pour une défense immunitaire

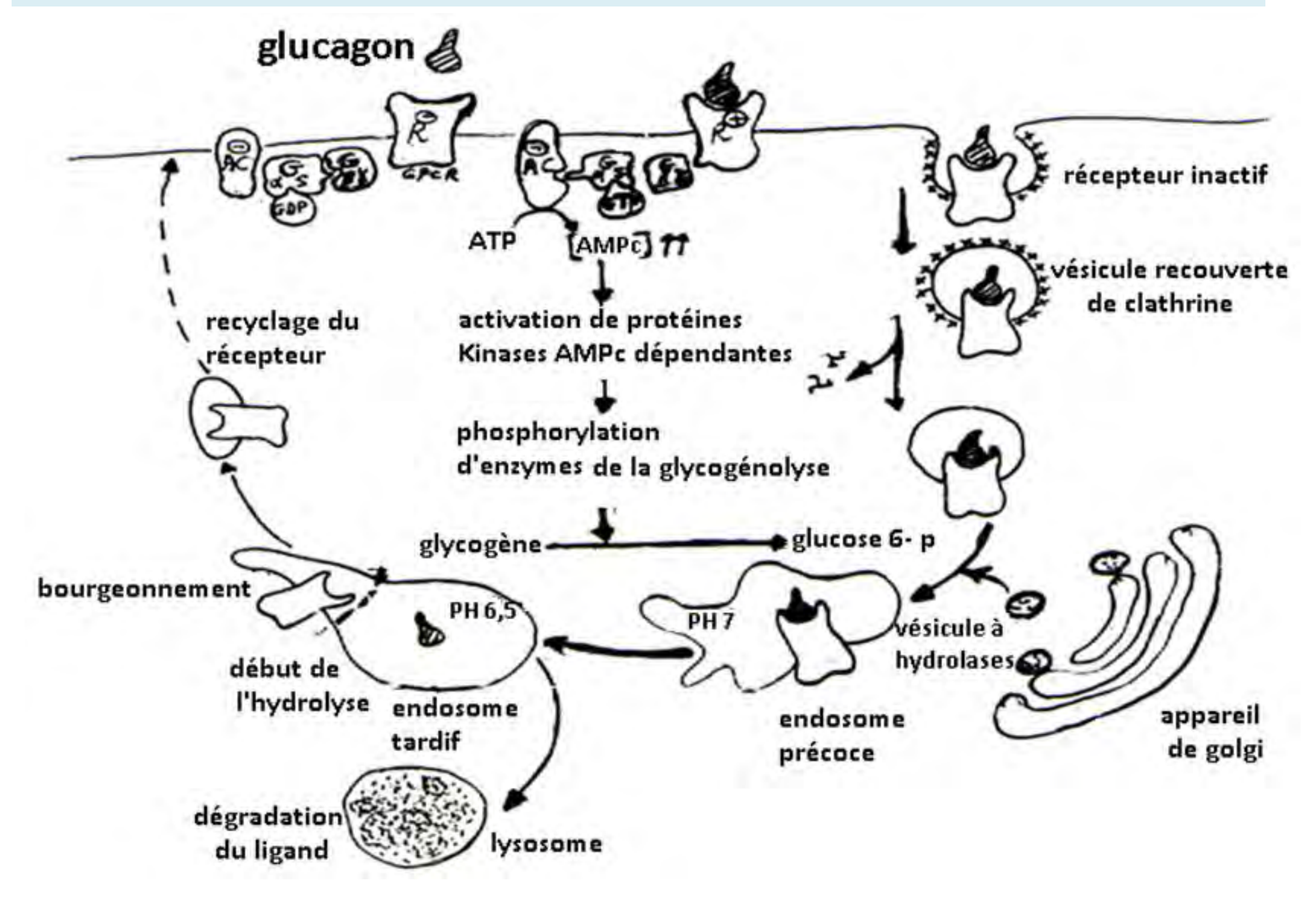
Internalisation du complexe hormone polypeptidique – récepteur

Endocytose de l'insuline lié à son récepteur (voie de signalisation)



Signalisation intracellulaire par internalisation du complexe insuline-récepteur

Internalisation du complexe glucagon-récepteur dans la cellule hépatique (voie de signalisation)

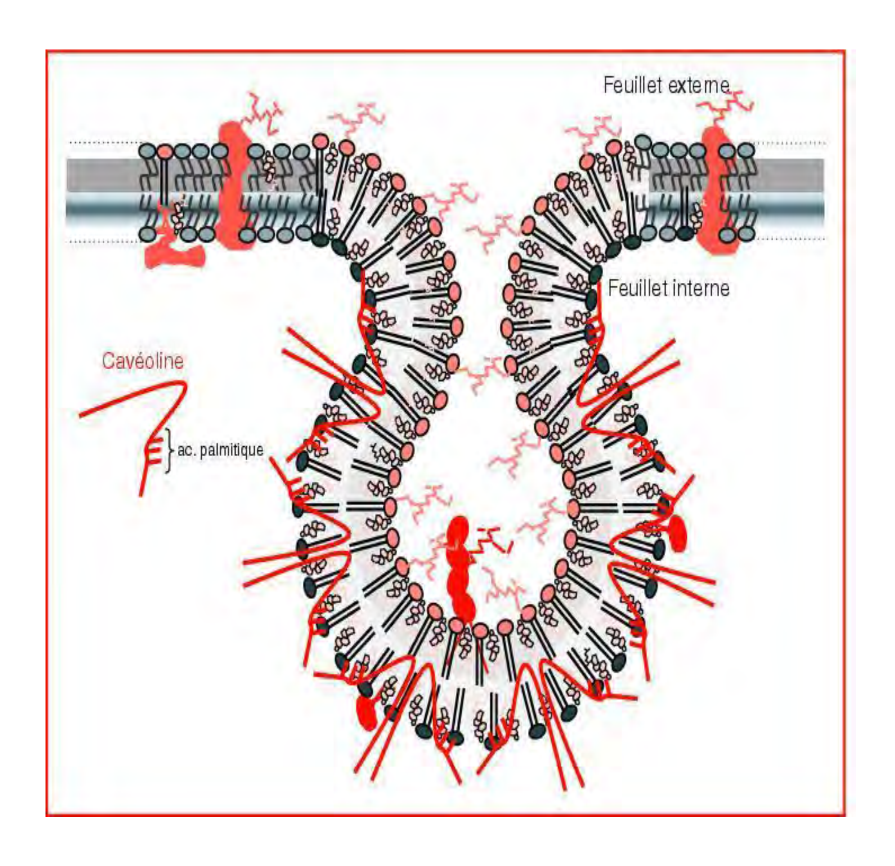


BUT : Arrêt de la signalisation intracellulaire par internalisation du complexe glucagon-récepteur

Endocytose par récepteurs indépendante de clathrine (dépendante de cavéoline)

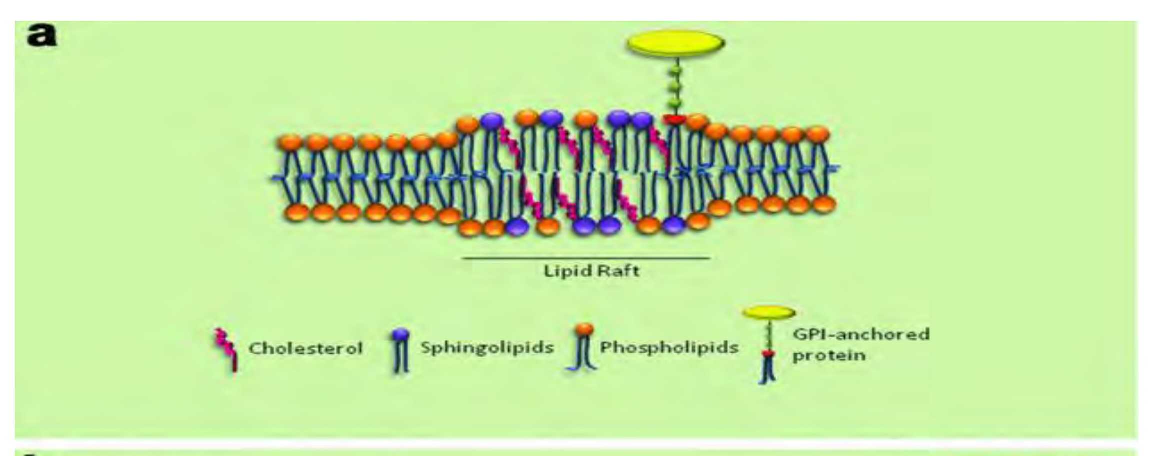
Transport	Endocytose par récepteurs cavéoline dépendante
Caractéristiques	Se produit au niveau de régions spécifiques de la membrane plasmique comportant des récepteurs
	Elle a lieu dans les rafts qui sont tapissés intérieurement par la cavéoline formant un revêtement
	Donne naissance à des vésicules recouvertes de cavéoline
	C'est une voie d'infection par certaine toxines bactériennes (toxine du choléra) , certains virus et c'est une voie de signalisation ou d'inhibition de la réponse cellulaire.

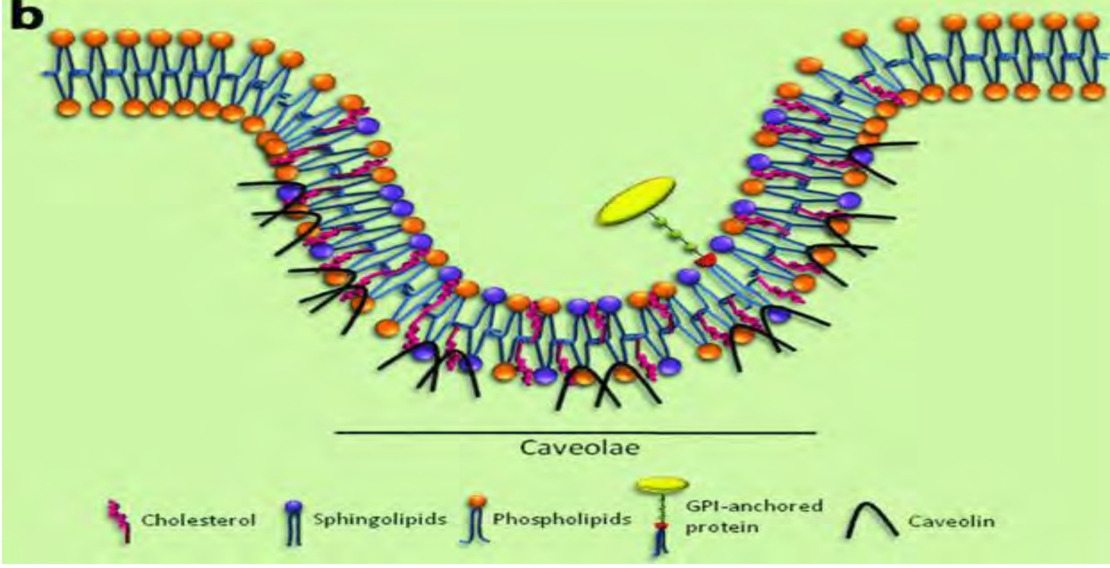
la cavéoline



Cavéoline : une protéine à plusieures traversées membranaires , en forme d'épingle à cheveux et insérée à la face cytosolique de la membrane plasmique

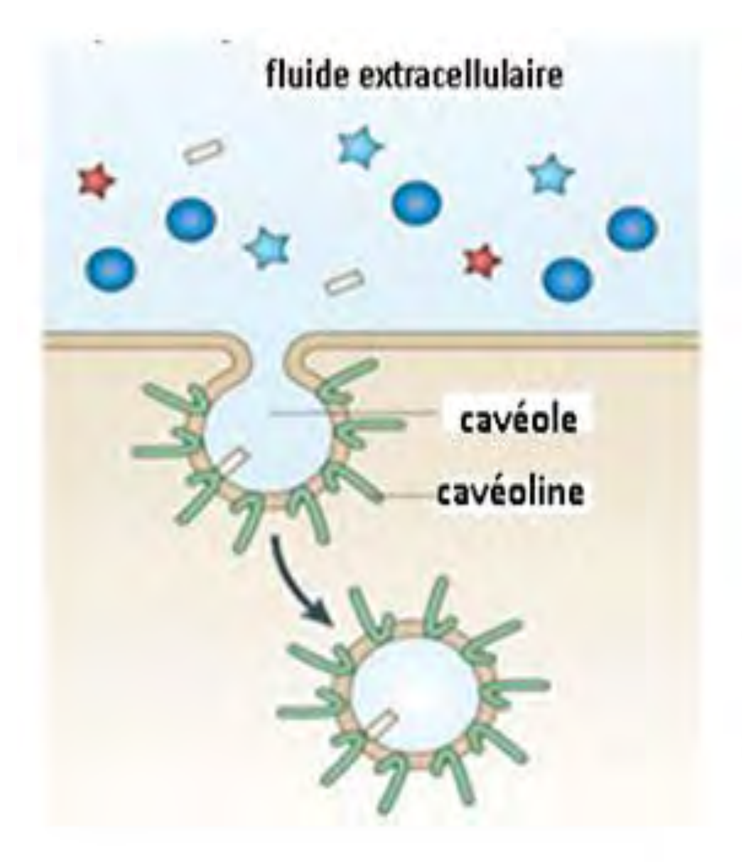
Formation du puit recouvert de cavéoline



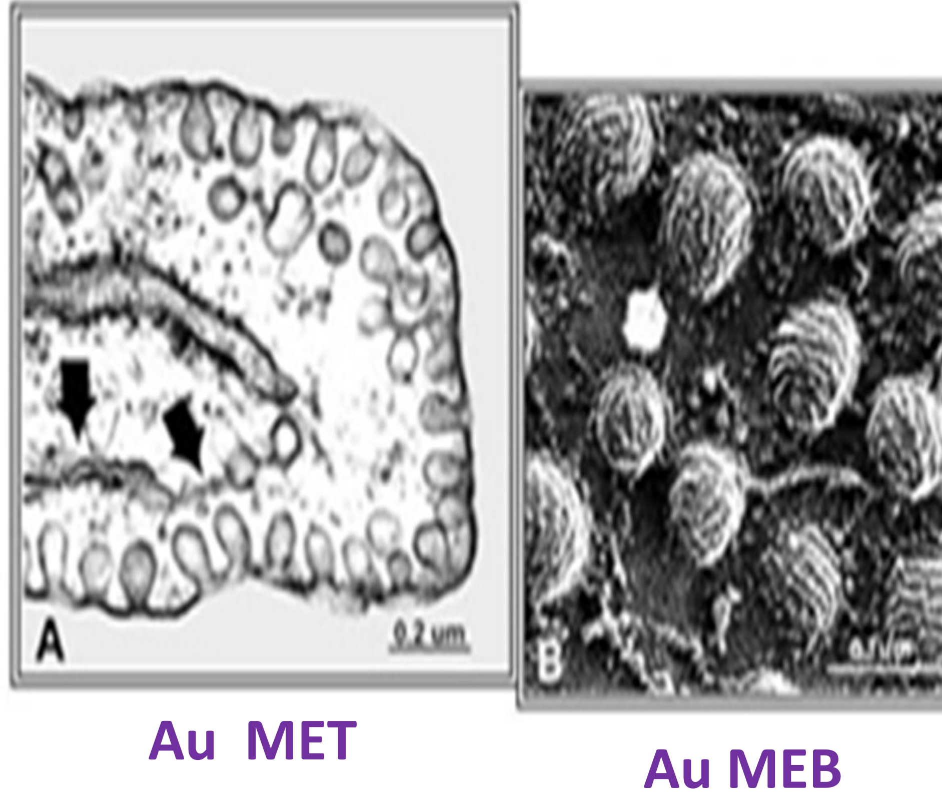


La cavéoline se localise dans les régions rafts où elle constitue un revêtement interne permanent

Les cavéoles sont présentes en abondance dans les cellules endothéliales



Cavéole (schéma)



Au MET

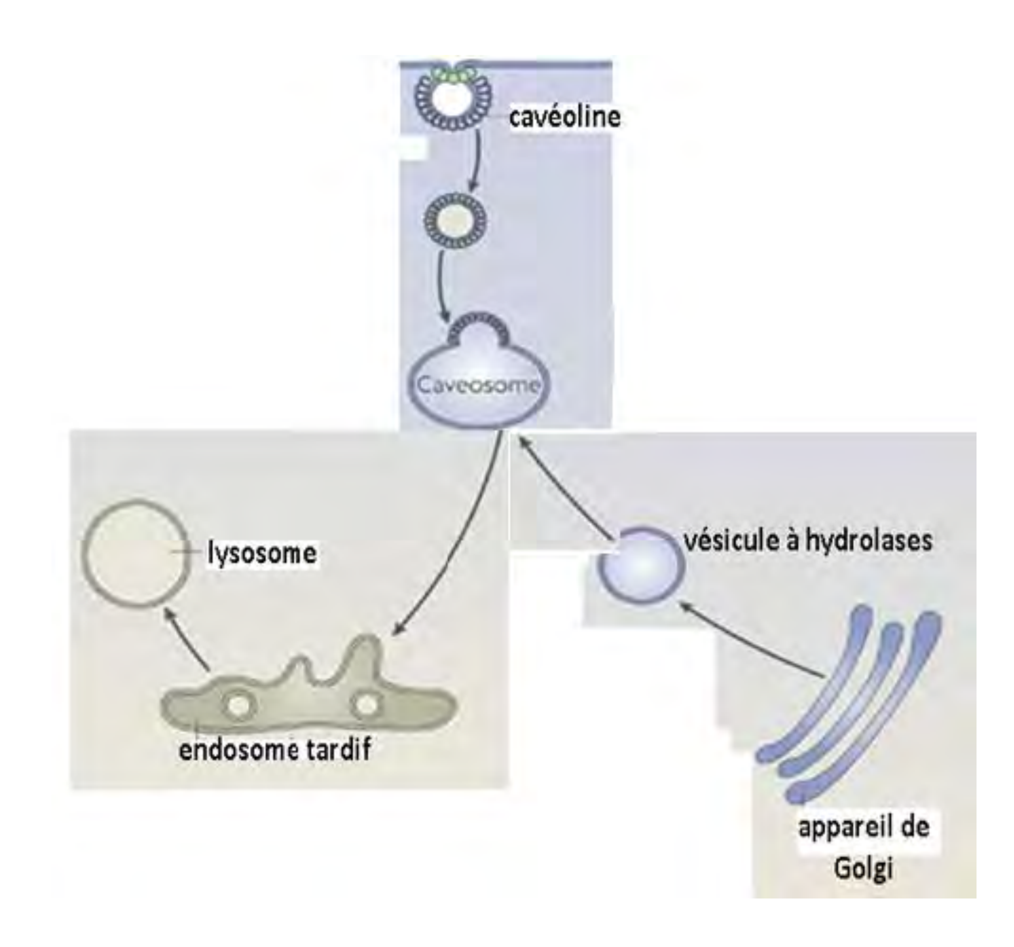
Au MEB

Internalisation dépendante de cavéoline

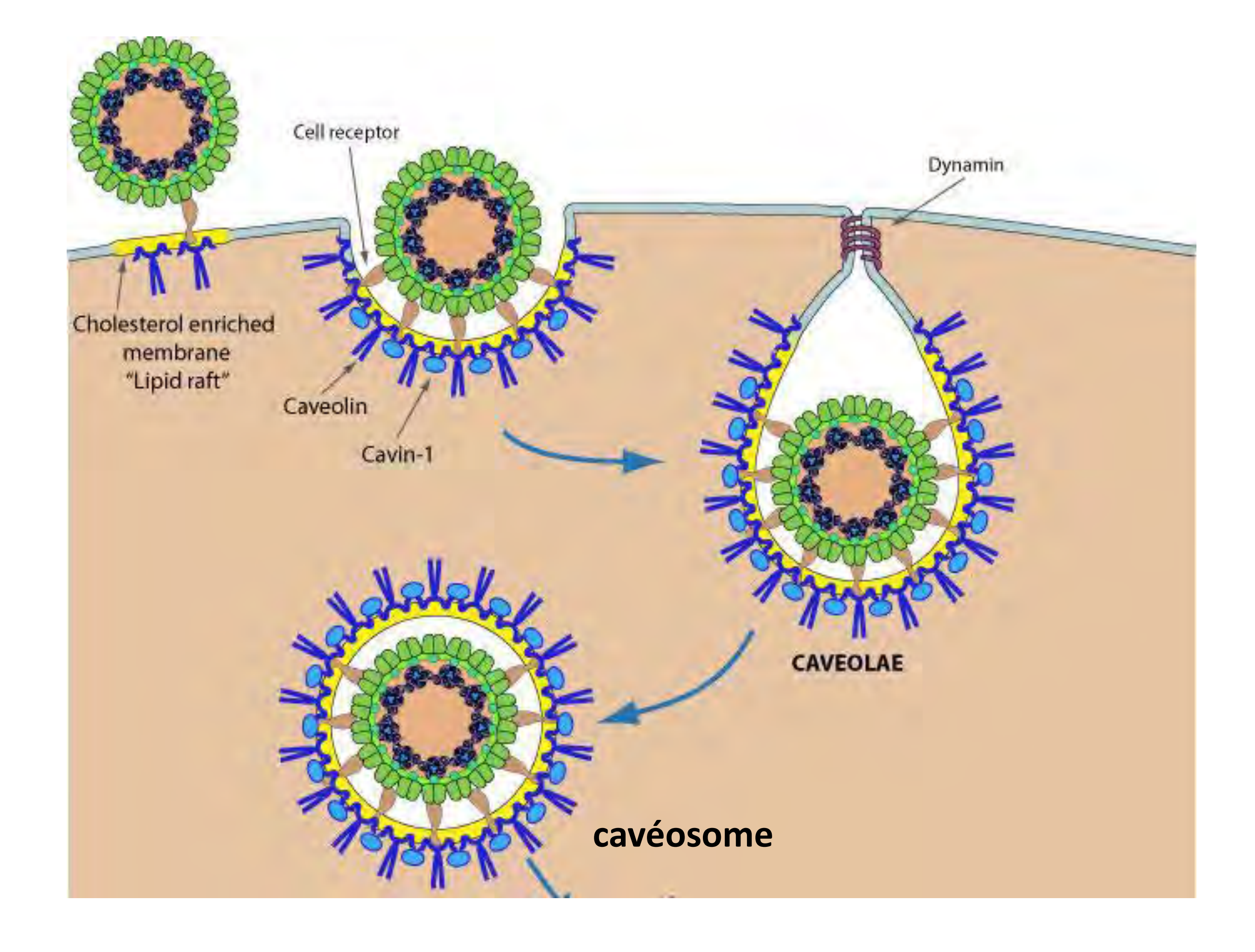
Elle forme des vésicules de 50 à 100 nm de diamètre nommées cavéoles ces dernières restent recouvertes au cours de leur transport.

Elle correspond à une voie de signalisation comme pour les facteurs de croissance

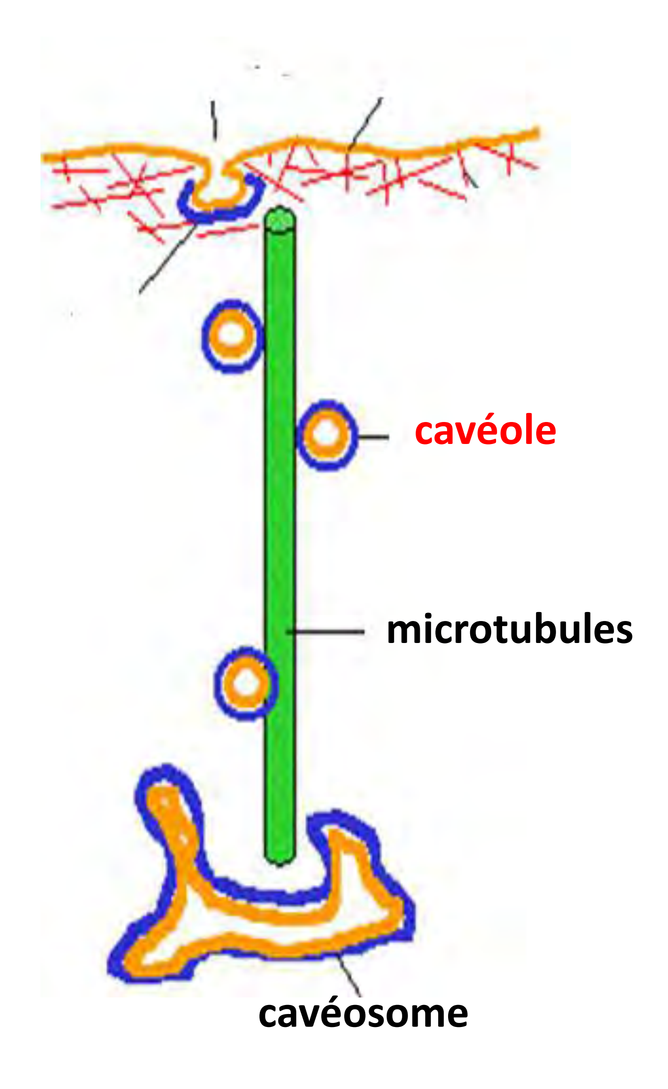
Le cavéosome est un compartiment similaire à l'endosome



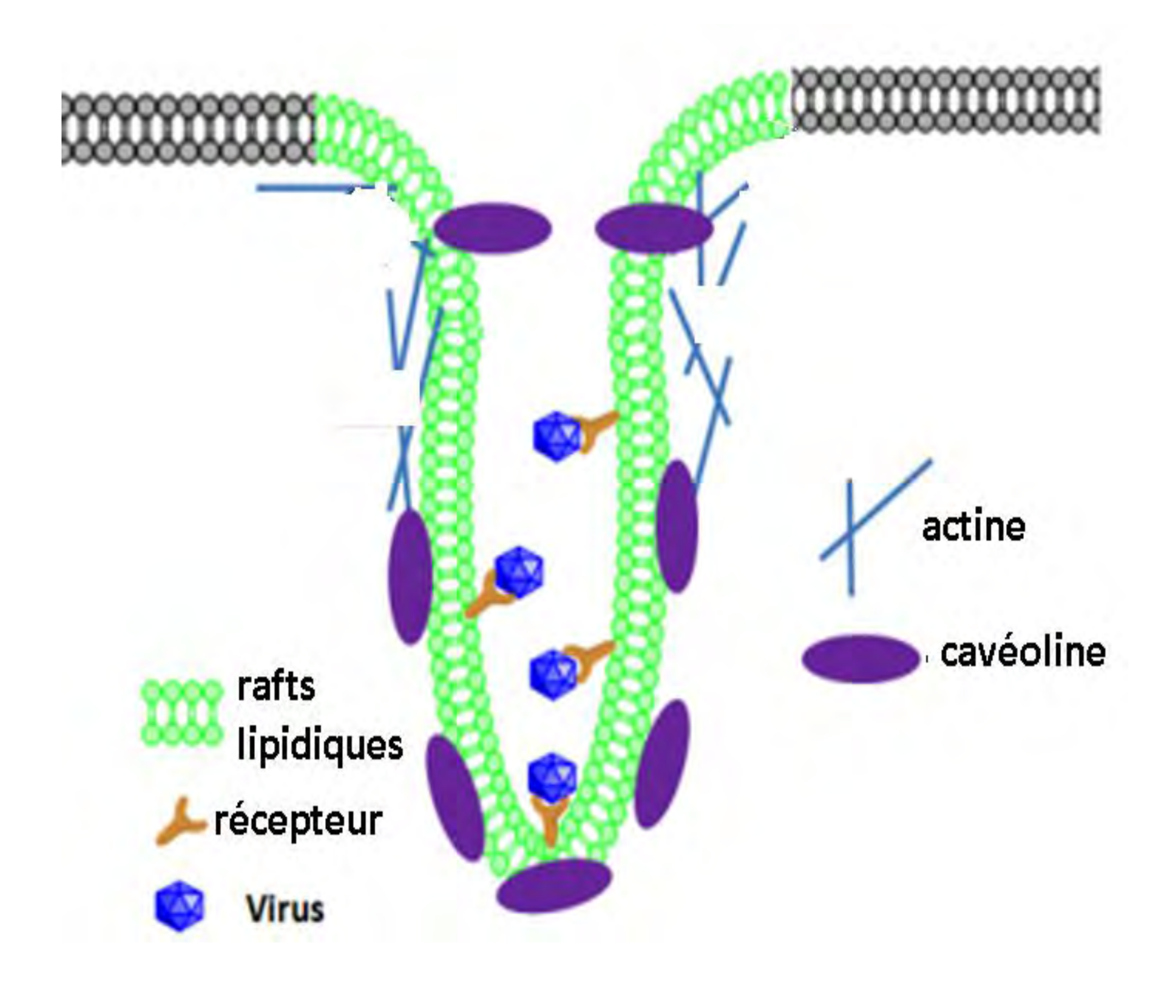
Formation de la vésicule à cavéoline et sa fusion au cavéosome



Le transport des vésicules cavéoline dépendantes nécessitent les éléments du cytosquelette comme les microtubules

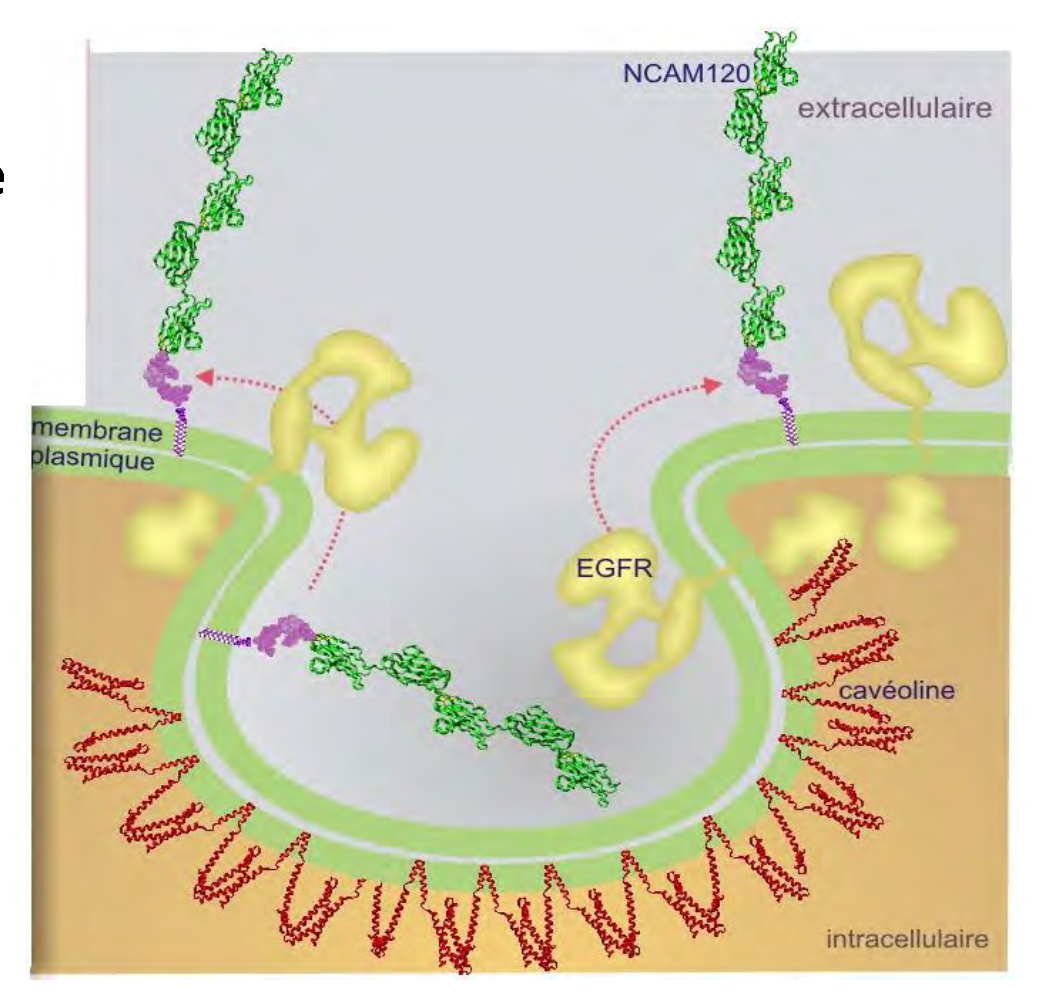


Endocytose des virus dans une cavéole (voie d'infection)

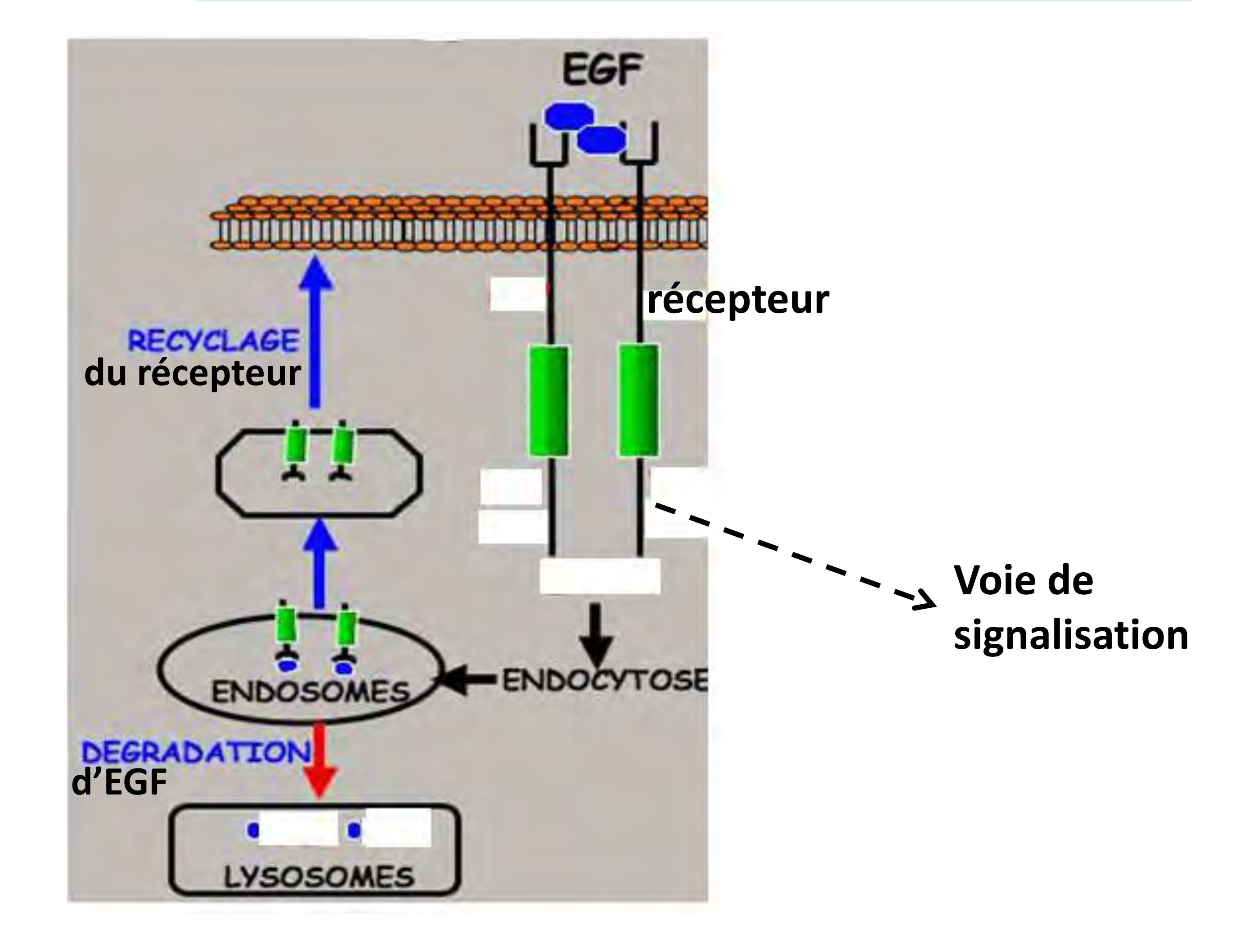


Endocytose de l'EGFR dans une cavéole (voie de signalisation)

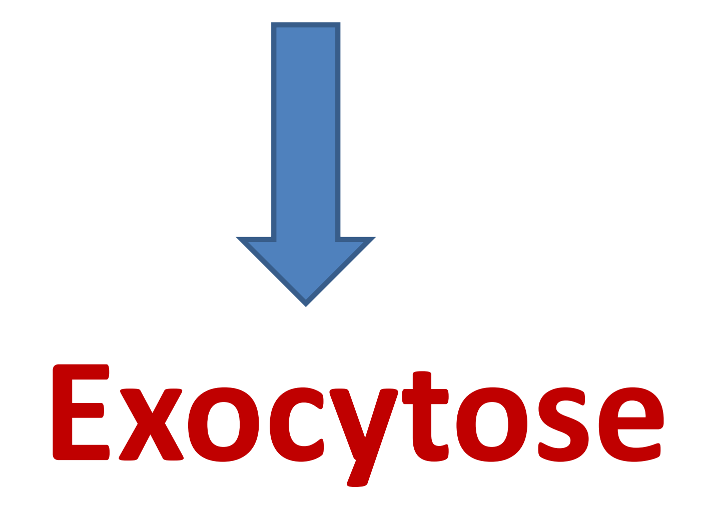
La présence de l'EGFR au niveau des cavéoles indique que l'internalisation de l'EGF (facteur de croissance épithélial) est cavéoline dépendante



Endocytose du complexe EGF – récepteur (Voie d'inhibition de la réponse cellulaire)



Les transports cytotiques

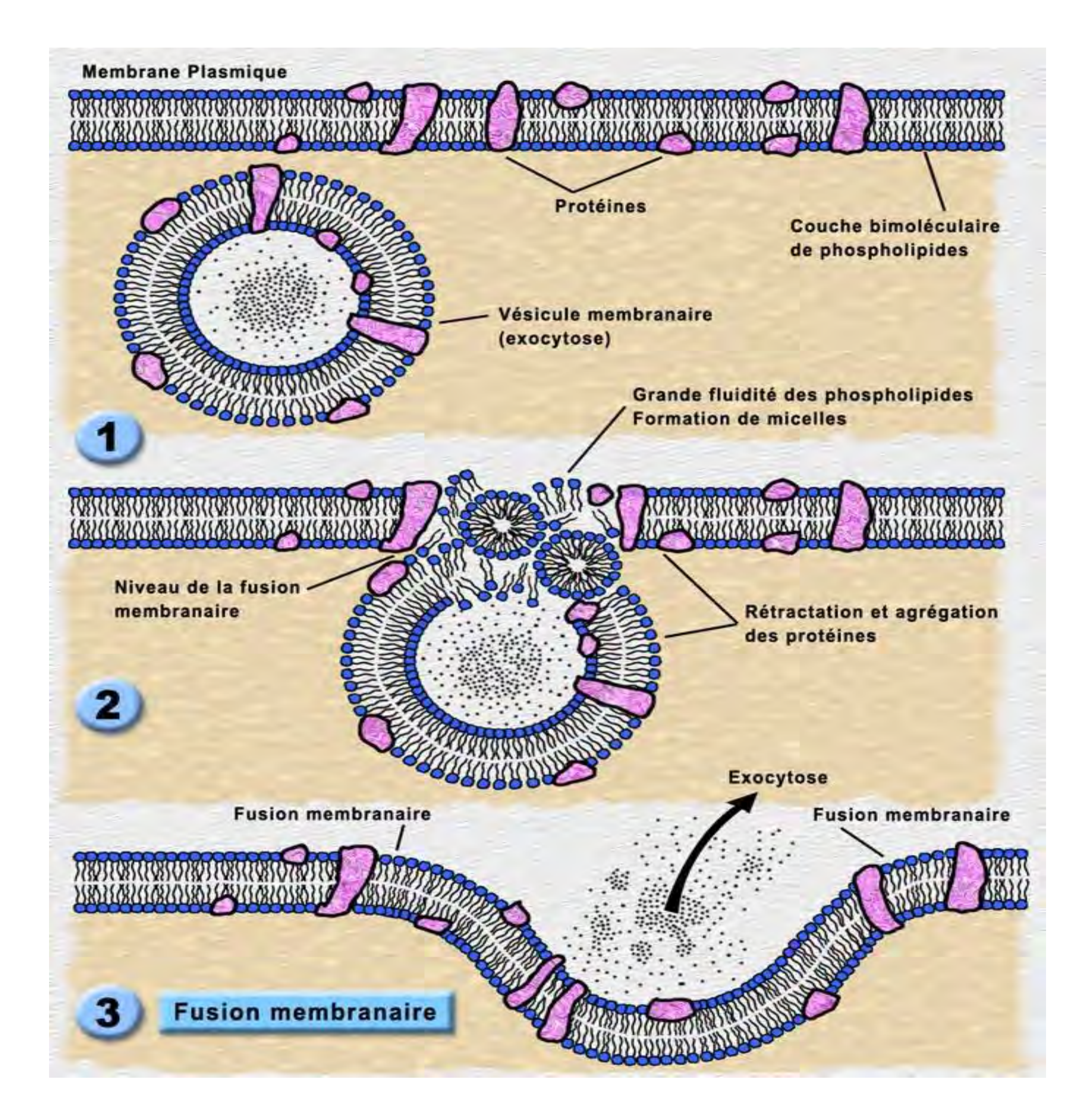


Objectif 7

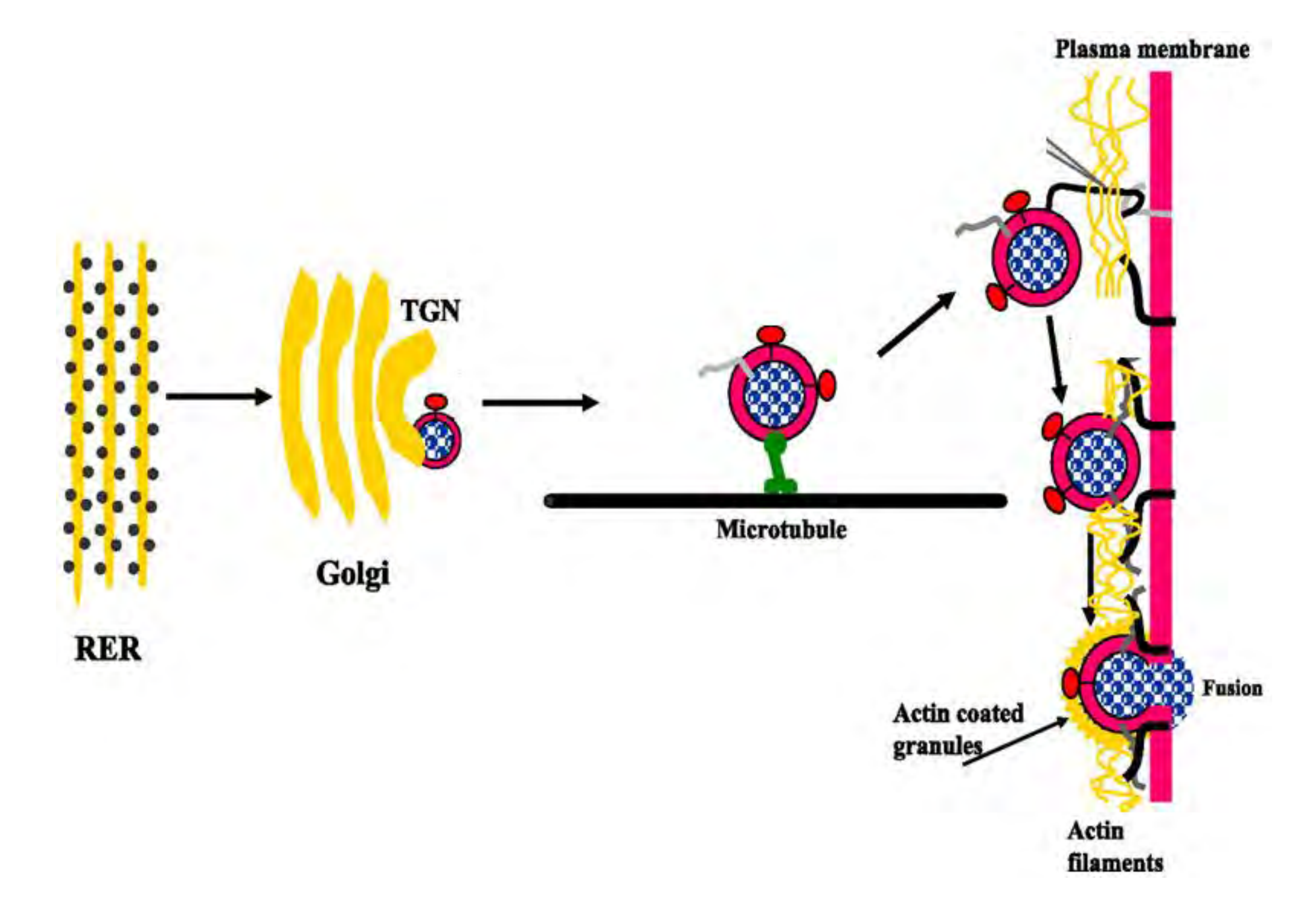
Connaître l'exocytose régulée et l'exocytose constitutive

Fusion membranaire pour l'exocytose

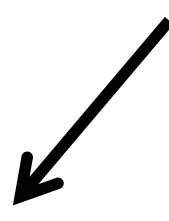
l'exocytose est le Phénomène par lequel la cellule fait sortir une fraction du volume intracellulaire dans un compartiment membranaire.



Le transport des vésicules d'exocytose est assuré par les éléments du cytosquelette



L’exocytose

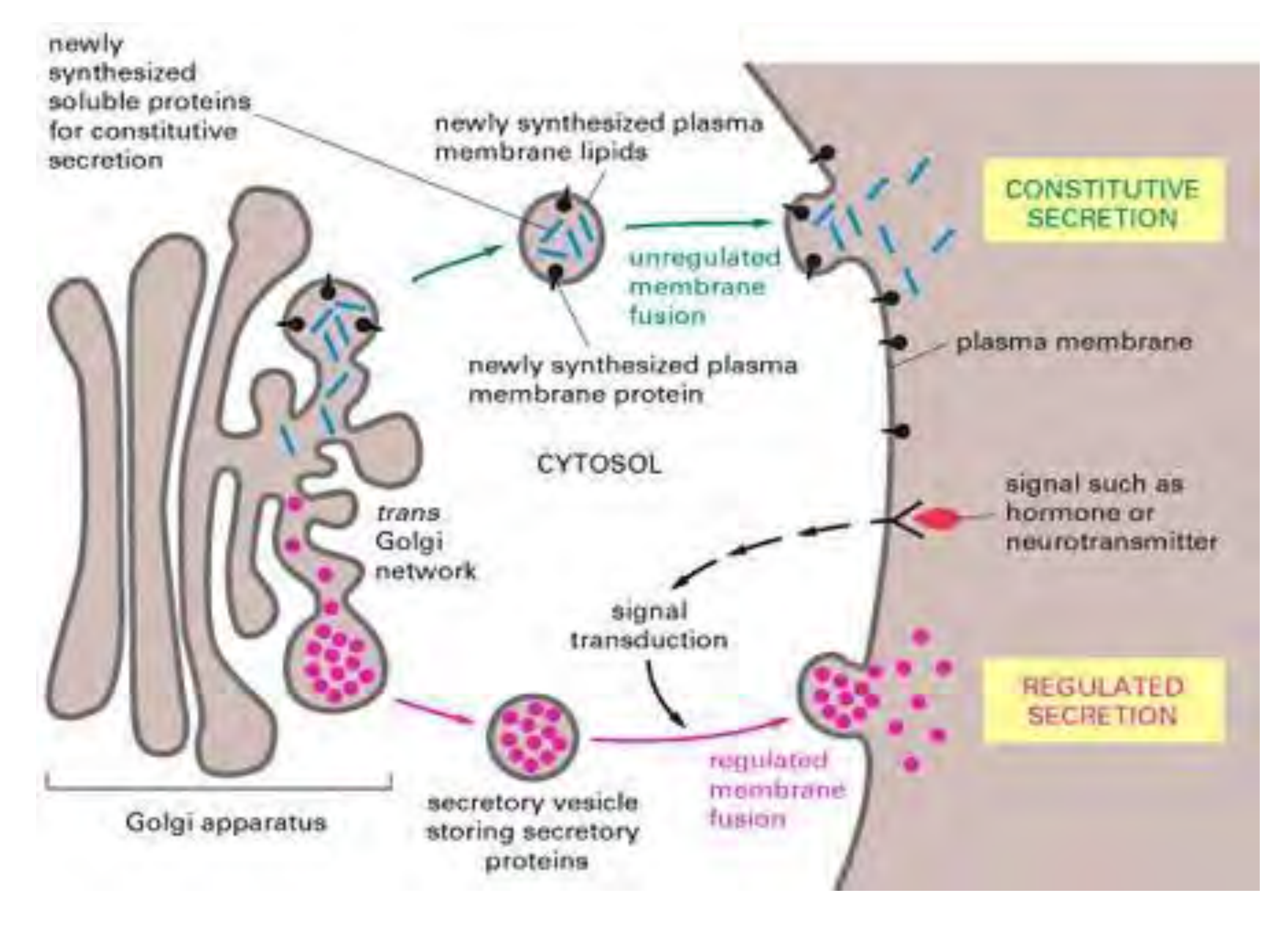






Permanente et compense la pinocytose

Sous l’effet d’un signal

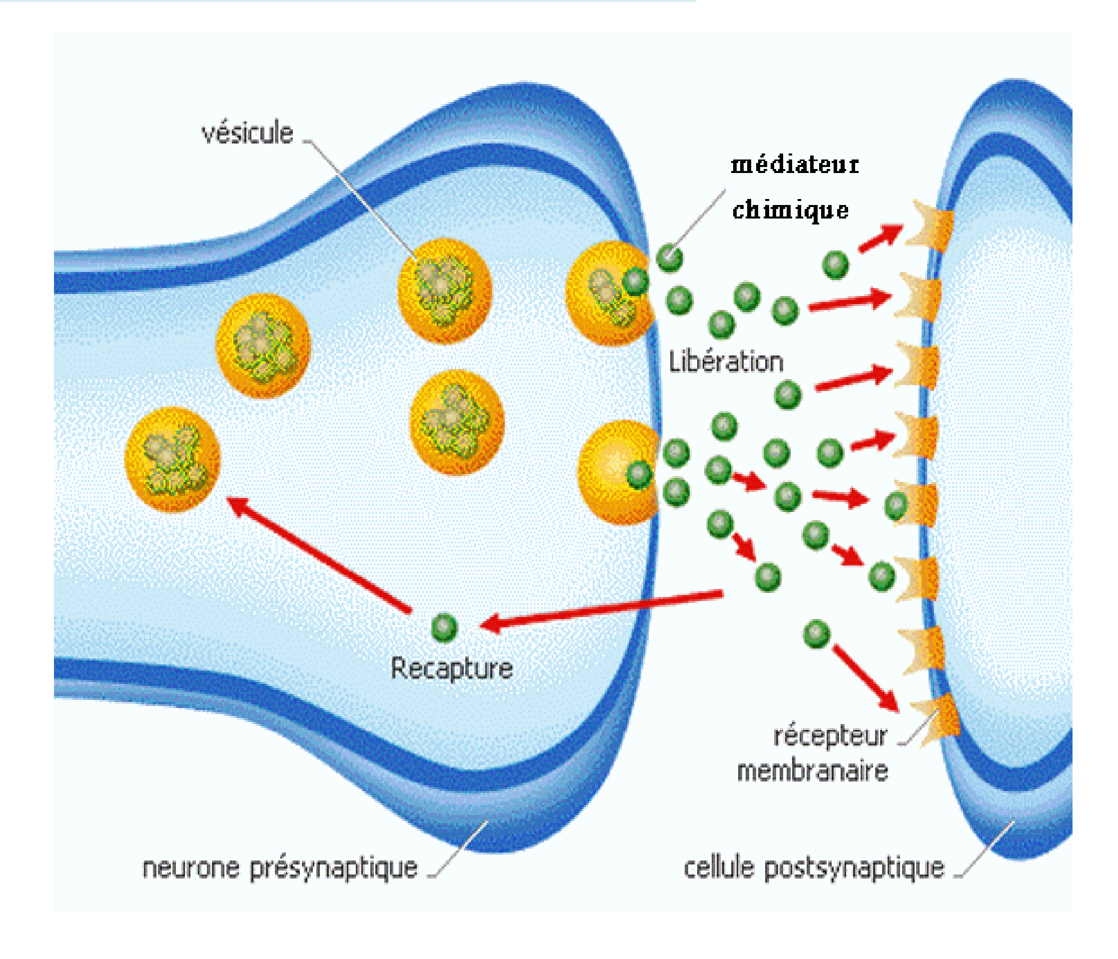


Molécules exocytées : proteines membranaires et celles de la matrice extracellulaire

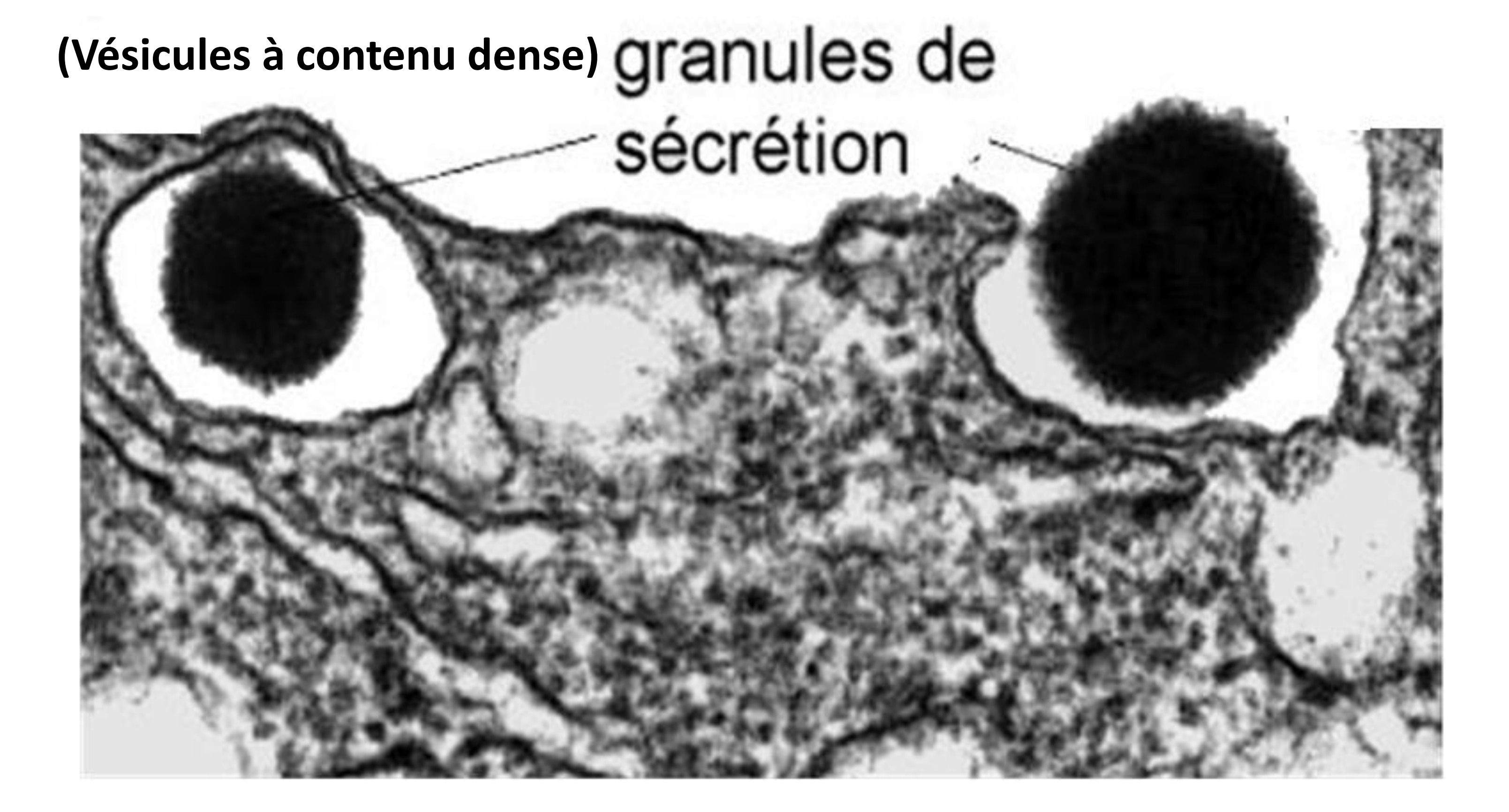
Molécules exocytées : enzymes digestives/ hormones/neuro transmetteurs

Exocytose de l'acétylcholine (exocytose régulée)

Ce neuromédiateur se dirigeant dans des vésicules sécrétoires est mis en réserve jusqu'à ce qu'un signal extracellulaire stimule sa sécrétion.



Micrographie électronique montrant le phénomène de sécrétion régulée



Exocytose des protéines sulfatées de la matrice extracellulaire (exocytose constitutive)

Après leur sulfatation dans l'appareil de Golgi ces protéines subissent une sécrétion constitutive

